ISSN 00449733

bollettino della associazione italiana di cartografia

116
dicembre 2002

Bollettino dell'A.I.C., n. 116 / 2002

IL SISTEMA INFORMATIVO SCOLASTICO NEL SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO

SCHOLASTIC INFORMATION SYSTEM IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Gilmo Vianello (*)

(*) Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo, Università di Bologna.

Riassunto

Nella scuola l'organizzazione didattica delle discipline si è andata sviluppando e consolidando nel tempo in funzione di prevalenti esigenze culturali umanistiche, linguistiche e tecnico-scientifiche, quindi basate su esigenze dell'uomo nel proprio contesto di vita e nei rapporti e confronti con le realtà sociali e territoriali. La grande quantità di informazioni disponibili, la loro diversa natura, le caratterizzazioni peculiari che le contraddistinguono, impongono il ricorso alle tecnologie informatiche e alla organizzazione di un sistema informativo scolastico inserito in un più ampio Sistema Informativo Geografico.

Abstract

In school, the teaching organization of the branches of learning has been developing and consolidating for years meeting the man's predominant demands in the cultural, human, linguistic, technical, and scientific fields. The man is seen in his environment and in his relations and comparisons with social and territorial realities. The great amount of available data, their different nature, and their characteristic qualities make us to use data processing technics and to organize a scholastic information system integrated in a wider Geographic Information System.

Introduzione

Di Sistemi Informativi Geografici se ne parla e se ne scrive da molto; già Leonardo da Vinci ne profetizzava l'evento intuendo la necessità di georeferenziare la presenza degli oggetti sulla superficie terrestre e prevedendo il grande significato di intercultura e di interscambio tra i popoli: «*Degli emisperi che sono infiniti e da infinite linie son divisi in modo che sempre ciascuno omo n'ha una d'esse linee infra l'un piede e l'altro. Parleransi, e toccheransi e abbracceransi li omini, stanti dall'uno all'altro emispero, e 'ntenderansi i loro linguaggi*» (Leonardo da Vinci, 1508).

In particolare si pone l'interrogativo

quale sia il livello quali – quantitativo raggiunto nell'organizzazione dei Sistemi Informativi Geografici e quanto gli strumenti messi a disposizione dai GIS siano adeguati ai differenti livelli della formazione, della ricerca e della progettazione.

Nel 1977 al XIII Convegno Nazionale dell'A.I.C. la Regione Emilia – Romagna con la collaborazione dell'Istituto di Elettronica dell'Università di Bologna e con il Centro di Studio per l'Interazione operatore – calcolatore del CNR presentava come prodotto informatico avanzato la elaborazione di carte tematiche elementari in formato aster, utilizzando come strumentazione un Calcolatore CDC 6600 del CINECA di Casalecchio di Reno fornito di parole di memoria di 60 bit; vent'anni dopo molte scuole primarie e medie inferiori sono in grado di realizzare le medesime carte tematiche elementari con un miglioramento notevole della presentazione grafica con l'utilizzo di un PC e di una stampante a colori.

Ciò a dimostrazione del fatto che se lo strumento (in questo caso il sistema hardware-software) si rende fruibile in termini di costi ed accessibile a livello di conoscenza, permette di ottenere i medesimi risultati, ritenuti complessi nel passato, anche da parte di individui il cui percorso didattico e culturale è ancora in via di formazione.

La qualità di un GIS nell'equilibrio dei suoi componenti

Sconfinando nella cristallografia si provi ad assimilare un sistema informativo geografico ad un tetraedro, figura geometrica solida regolare per eccellenza; del resto il tetraedro rappresenta la microstruttura di base del silicio e di per stesso materiale essenziale della componentistica elettronica. Se ad ogni faccia del tetraedro facciamo corrispondere una componente essenziale del sistema informativo geografico: la macchina (hardware), il programma (software), l'informazione (database), la rappresentazione (representation-reproduction), la legge di accrescimento dei cristalli ci dice che se una delle facce incrementa la propria superficie, anche le altre si dovrebbero sviluppare proporzionalmente, con una significativa evoluzione quindi del sistema complesso.

In realtà spesso ad una accresciuta potenzialità hardware-software non corrisponde un valore quali – quantitativo del dato. Un esempio eclatante è rappresentato dalla interpretazione delle firme spettrali di un immagine satellitare da cui può scaturire una carta dell'uso del suolo significativa alla scala geografica; se da tale scala si passa ad una di semidettaglio la verità a terra mostra errori di interpretazione anche superiori al 20%.

In tal caso la potenza dell'hardware, la sofisticatezza del software, la pregevolezza della rappresentazione, verrebbero vanificati dalla scadente qualità dell'informazione.

Come un individuo cerca di nascondere i propri difetti con imbellettamenti e trucchi, così un sistema informativo geografico potrebbe nascondere la scarsa attendibilità del dato di base mediante elaborazioni complesse e riproduzioni ad effetto arcobaleno.

Pertanto sforzo comune a qualunque

livello del sapere e dell'apprendere è di rendere trasparente, veritiero, attendibile, aggiornabile il data base che caratterizza la qualità degli elaborati e delle loro applicazioni.

Il Sistema Informativo Scolastico (SIS)

La crescente possibilità di scambio di informazioni e di confronto delle esperienze che i sistemi telematici permettono e permetteranno di sviluppare nell'immediato futuro, richiede la individuazione di sistemi di riferimento univoci, sia come base di partenza per più approfondite esperienze, sia come contenitori di ritorno per la costituzione e l'arricchimento delle banche dati informative. Ciò diviene essenziale nel mondo scolastico ed universitario che oltre a richiedere una continuità logica nella irrorazione dei saperi, dovrebbe avvalersi di un modello analitico muldisciplinare oggettivo, da cui la organizzazione e la gestione della didattica mediante un idoneo sistema informativo scolastico. Tale problematica rappresenta un elemento culturale di base, che diviene essenziale quando si vogliano sviluppare le attività didattiche in maniera interdisciplinare. In questo contesto, ad esempio, viene a decadere il significato di educazione ambientale intesa come materia, dal momento che il coordinamento tra i diversi curricoli disciplinari è in grado di sviluppare processi conoscitivi dal generale al particolare e viceversa, attraverso una sequenza ordinata di analisi del territorio e dell'ambiente. È proprio in questo di «andata» e «ritorno» delle conoscenze che viene richiesto un approccio sistemico, vuoi per dare un significato logico al tipo di ricerca condotta, vuoi perché l'indagine svolta divenga patrimonio comune della scuola, attraverso la costituzione di banche dati locali, collegate in rete.

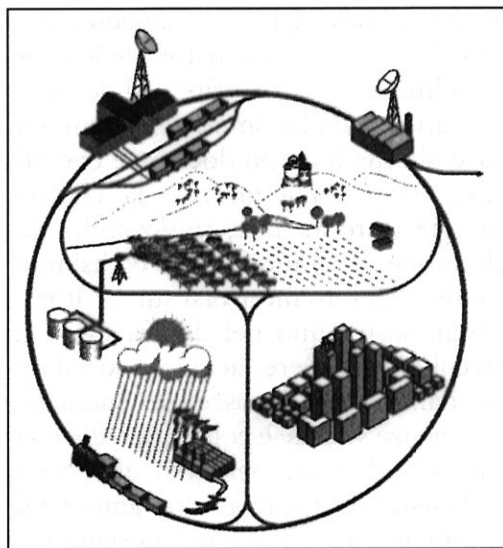



FIGURA 1 - *La rete ferroviaria ed il convoglio del Sistema Informativo Scolastico. La figura emblema del SIS riveste l'aspetto delle antiche carte medievali, le cosiddette rappresentazioni TO, in cui l'ecumene, ovvero il mondo conosciuto, veniva raffigurato in forma simbolica. Nello stesso modo viene qui rappresentato il mondo da conoscere, quale universo - microcosmo ambientale e territoriale.*

In tal senso il SIS può essere assimilato ad una rete ferroviaria, nella quale i nodi principali sono rappresentati dalle sedi scolastiche; da qui si dipartono i treni dei cicli scolastici.

I vagoni, corrispondenti alle singole

materie di base dell'insegnamento, sono i raccoglitori – convogliatori delle risorse culturali del territorio; essi vengono trainati da una locomotiva alla cui guida si alterna il corpo docente e che utilizza come forza motrice la cultura, energia riproducibile, rinnovabile, migliorabile, non inquinante e disinquinante. Nel loro muoversi sul territorio, i treni sosteranno nei diversi punti di raccolta del sapere, acquisendo ed aggiornando le conoscenze mediante esperienze singole e collettive. Alla conclusione di ogni percorso all'interno della «stazione scuola» dovranno venire organizzati i risultati conseguiti in un'idonea banca informativa, tale da non rappresentare un archivio dei saperi dimenticato, quanto piuttosto un workshop molto frequentato per la qualità e la quantità delle «merci» esposte. Il sistema informativo scolastico, che diviene così parte integrante del più complesso Sistema Informativo Geografico e Territoriale, può quindi pensato in tre momenti correlati e consequenziali:

- il primo, riguardante l'acquisizione e la gestione delle sorgenti informative, richiede di conoscere e di utilizzare al meglio gli strumenti che permettono di «leggere» nel modo più oggettivo possibile il territorio ed i caratteri dell'ecosistema;
- il secondo, riguardante l'organizzazione e la gestione dei sistemi informativi geografici, richiede di analizzare, elaborare e rappresentare i dati assunti dalle sorgenti informative, in funzione della disponibilità di hardware e software adeguati al ciclo e all'indirizzo scolastici;
- il terzo, riguardante l'organizzazione, l'aggiornamento e la trasferibilità della banca dati, richiede di gestire all'interno della scuola luoghi idonei per la conservazione degli elaborati non riproducibili e siti informatici, mediante e attraverso i quali le informazioni e le ricerche raccolte in opportune banche dati possano essere riprese nel tempo per completamento o per aggiornamento e trasferite come scambio informativo tra scuole ed enti.

Conclusioni

Il convoglio del Sistema Informativo Scolastico deve essere in grado non solo di trasportare i saperi, ma anche di saper programmare i propri itinerari diversificandoli, usando adeguatamente i punti di scambio nell'ampia rete del sistema culturale di cui dispone, al passo con una società in rapida trasformazione. Riprendendo da Frabboni (1997), questi punti/cambio sono rappresentati:

- dal cambiamento, tale da richiedere «elevati coefficienti di flessibilità»;
- dalla complessità, tale da esigere «elevati coefficienti di apertura»;
- dalla transizione, tale da pretendere «elevati coefficienti di integrazione culturale».

Riferimenti bibliografici

AMATUCCI M., BUSCAROLI A., DEGLI ESPOSTI V., GHERARDI M., ROSETTI P., VIANELLO G., (1999). *Territorio senza confini: nel sistema informativo scolastico.* FrancoAngeli, Milano, 1999.

FRABBONI F., (1997). *L'ambiente a scuola: il perché pedagogico e didattico. Ovvero, quando la scuola si fidanza con l'ambiente.* In «Il cielo in un'aula», Atti del Convegno Nazionale sull'educazione ambientale, Progetto Scuolambiente c/o SEA-BO, pp. 167-184, Bologna.

LEONARDO DA VINCI, (1508). Profezia 89.

VIANELLO G., (1998). *Una attività educativa per conoscere il territorio: scomporre e ricomporre il «sistema ambientale».* In «Ambiente s'impara», La Scuola Se, FrancoAngeli, Milano.

VIANELLO G., (2000). *Educazione ambientale e sistema informativo scolastico.* In «L'albero della vita», IRRSAE Puglia, Quad. n. 40, pp. 81-94, Bari.

UNA NUOVA CULTURA PER L'AMBIENTE
Il nuovo programma regionale di informazione educazione ambientale (INFEA) 2002-2004 della Regione Emilia-Romagna

Paolo Tamburini (*)

(*) Responsabile Servizio Comunicazione, Educazione Ambientale, Agenda 21 locale - Regione Emilia-Romagna.

Premessa

La strategia dello sviluppo sostenibile oggi necessaria di fronte a problemi ambientali sempre più epocali richiede profondi cambiamenti sia culturali che strutturali, la necessità di aumentare le capacità consapevoli di discernere, le capacità organizzatrici e regolatrici della specie umana.

Occorre promuovere e maturare un nuovo modo di percepire e organizzare le conoscenze sull'ambiente, non disconoscere più la sua complessità sistemica, le sue componenti antropiche e naturali profondamente interconnesse.

Si mostrano sempre più superati infatti i tradizionali schemi di classificazione e separazione delle discipline, emerge sempre più indispensabile l'esigenza di perseguire una orchestrazione di tutti i campi del sapere che possono contribuire alla soluzione dei problemi ambientali. Occorre sviluppare sempre più le potenzialità integrative, le attitudini a coordinare e integrare contributi differenti.

È necessaria una nuova generazione di strumenti integrati, in grado di leggere l'ambiente in tutta la sua complessità, nei suoi aspetti sia naturali che antropici.

Sono necessari «indicatori di sostenibilità» in grado di orientare, oltre che di rappresentare lo status quo, le scelte ecosostenibili nel governo del territorio, delle attività produttive, fino ai consumi di tutti i giorni.

Sappiamo come non esista un metodo, un punto di vista, un approccio, una tecnica che possa considerarsi esaustiva. Ma oggi possiamo contare su una pluralità di approcci e di strumenti che hanno in comune l'essere strumenti integrati, interdisciplinari.

I *sistemi informativi geografici* ne sono un importate esempio .

Non casualmente si prestano sia come valido supporto alla programmazione territoriale e urbanistica sia come strumento didattico attraverso il quale le scuole acquisiscono un conoscenza sistemica del proprio territorio.

Le esperienze in tal senso sono in Emilia-Romagna molto interessanti.

Grazie in particolare al lavoro dei CI-

DIEP, in molte province si sono negli ultimi anni tenuti corsi di aggiornamento per insegnanti che poi hanno a loro volta sperimentato nelle classi le metodologie e i contenuti acquisiti. Esperienze che tra poco saranno documentate dai protagonisti.

Per la Regione Emilia-Romagna, l'Educazione Ambientale riveste un ruolo strategico per promuovere la nuova cultura dell'ambiente.

Negli ultimi anni l'Informazione ed Educazione Ambientale (INFEA) ha assunto sempre più il significato di uno strumento preventivo e integrato con le politiche ambientali, coessenziale alla promozione della cultura e dello sviluppo sostenibile.

Il suo essere una forma di conoscenza che promuove congiuntamente valori e azioni positive per l'ambiente la propone come partner naturale dei processi di Agenda 21 locale che perseguono il necessario coinvolgimento dei cittadini e di tutte le categorie sociali ed economiche nelle politiche di governo del territorio.

Il capitolo 36 dell'Agenda 21 di Rio, le Carte di Fiuggi e Salonicco '97 e i documenti della Conferenza nazionale dell'Educazione Ambientale tenutasi a Genova nel 2000, sanciscono tra gli altri il nuovo significato e il ruolo dell'educazione per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile.

L'Educazione Ambientale viene in conseguenza attualmente vissuta come un compito e un'opportunità che coinvolge tutti gli attori sociali, chiamati a diversi livelli e con competenze differenziate a definire obiettivi, strategie, azioni per attività integrate di informazione, educazione e formazione in questo campo. L'attenzione al mondo della scuola – che rimane comunque un «interlocutore privilegiato» delle iniziative in questo campo – si è andata estendendo anche all'utenza adulta, coinvolgendo in azioni di informazione e formazione settori diversi, quali il mondo della realtà produttiva, delle associazioni di categoria, dei giovani in formazione.

In questi ultimi anni si è assistito, ad un notevole sviluppo dell'educazione ambientale, sia a livello locale e regionale, sia come elaborazione di strategie nazionali, ma oggi, in conseguenza della rapida evoluzione degli scenari sopra richiamati e dei nuovi compiti che si ritiene debba assolvere l'educazione ambientale è richiesto un salto di qualità a chi promuove e a chi opera nel campo dell'educazione ambientale: nuovi modelli organizzativi, competenze, professionalità, capacità progettuali e operative.

I punti e i significati sopra richiamati sono stati sviluppati nelle loro implicazioni operative e organizzative nelle «Linee di indirizzo per una nuova programmazione concertata tra lo Stato e le Regioni in materia di Informazione Formazione Educazione Ambientale» approvate il 23 novembre 2000 dalla Conferenza Stato-Regioni, che ha inoltre appositamente istituito un Tavolo Tecnico permanente composto da dirigenti ed esperti designati dalle Regioni e dal Governo allo scopo di supportare la nuova programmazione INFEA regionale-nazionale.

In Emilia-Romagna è presente una

tradizione ormai ventennale di iniziative nel campo dell'INFEA che ha visto protagonisti il mondo della scuola, gli enti locali, le aree protette, l'associazionismo culturale e ambientalista, le Università e i centri di ricerca:

Per promuovere, organizzare e sviluppare l'informazione e l'educazione ambientale, l'Emilia-Romagna si è dotata nel 1996 di un apposito strumento legislativo, la L.R. n. 15/96, con l'obiettivo: di dare sistematicità e organicità alle esperienze di informazione ed educazione ambientale dentro la scuola e nel territorio, definendo un sistema di regole, strumenti e risorse tramite i quali promuovere lo sviluppo di comportamenti positivi nei confronti dell'ambiente; raccogliere e favorire l'accesso alle informazioni sullo stato dell'ambiente, promuovere il coordinamento di tutti i Centri di Educazione Ambientale (CEA) che operano sul territorio.

La L.R. 15/96, prima Legge regionale in Italia sull'educazione ambientale, in sintonia e coerenza con i documenti di indirizzo internazionale e nazionale sopra richiamati, ha anticipato le esigenze organizzative e la promozione dei sistemi a rete oggi perseguiti anche a livello nazionale.

In attuazione della sopracitata L.R. 15/96, negli anni 1999/2001, è stato realizzato il Programma triennale INFEA (approvato con delibera del Consiglio Regionale n. 1196 del 28 luglio 1999), che individuava principi e obiettivi, metodologie, strumenti e tipologie di azione volti a promuovere il "Sistema regionale dell'educazione ambientale", proponendosi di accrescere e migliorare: la collaborazione tra le diverse strutture sul territorio e tra queste e il mondo della scuola; la qualità di progetti e iniziative; la continuità dei servizi offerti.

La realizzazione del Programma triennale INFEA ha consentito di raggiungere risultati apprezzabili, come risulta dal documento «Attuazione Programma Regionale INFEA 1999-2001», acquisito agli atti d'ufficio del Servizio competente per materia, così sintetizzabili:

Tra le iniziative realizzate si segnalano:
- per le scuole: aggiornamento e formazione insegnanti, promozione dei Laboratori di educazione ambientale dentro le scuole, produzione materiali didattici di qualità per insegnanti e allievi, coinvolgimento delle scuole nei processi di Agenda 21 locale;
- sul territorio: promozione di strutture e progetti INFEA, campagne di comunicazione per i comportamenti ecosostenibili, formazione per gli operatori dei Centri di educazione ambientale, promozione Agende 21 locali con il supporto delle strutture INFEA.

Complessivamente, nel triennio sono stati finanziati 162 progetti (100 realizzati dai Centri di Educazione Ambientale, 62 dalle Scuole) gli ultimi dei quali si concludono nel giugno 2002. L'investimento di risorse regionali per l'attuazione del Programma triennale INFEA 1999/2001 è stato pari a circa 3 miliardi di lire, che hanno generato un investimento complessivo di oltre 5 miliardi di Lire.

A partire dal 2000 la Regione ha inoltre avviato la costruzione del primo «Piano di azione ambientale per un fu-

turo sostenibile» della Regione Emilia-Romagna, approvato dal Consiglio regionale il 26 settembre 2001 (Del. Cons. Reg. n. 250), Piano che assegna grande importanza allo sviluppo degli strumenti preventivi, informativi, educativi e partecipativi, e integra l'INFEA al proprio interno quale strumento fondamentale per promuovere una nuova generazione di politiche ambientali preventive, responsabilizzanti e proattive, prevedendo, tra l'altro, di investire specifiche risorse nella promozione dell'Educazione ambientale e dei processi di Agenda 21 locale in stretto collegamento con i tematismi e gli obiettivi del Piano.

La nuova programmazione INFEA sarà dunque sempre più integrata con l'insieme delle politiche ambientali. L'INFEA deve divenire parte integrante di ogni Piano e programma comunale, provinciale e regionale, i Centri di Educazione Ambientale devono raccordarsi strettamente con le Agende 21 locali, le Aree protette, i Piani per la salute, i Piani del traffico, ecc. portandovi le proprie competenze ed esperienze e, viceversa, facendosi carico dei problemi connessi ai diversi tematismi.

Sulla base dell'analisi e del lavoro fin qui svolto con la precedente programmazione e delle indicazioni emergenti dai citati documenti nazionali e regionali, la Regione Emilia-Romgna ha definito il nuovo Programma INFEA 2002/2004, articolato in dieci «Aree di intervento» così come riportato di seguito.

Sviluppo, qualificazione e coordinamento del Sistema a Rete INFEA

È prioritario proseguire nel consolidamento del Sistema dell'informazione ed educazione ambientale (INFEA) dell'Emilia-Romagna, garantendo che la struttura a rete comprenda e connetta con sempre maggiore efficacia la molteplicità di attori operanti in Emilia-Romagna.

Occorre stimolare e valorizzare la diffusione di metodi di programmazione condivisa, attivare sinergie, produrre e realizzare progetti innovativi di valenza regionale e provinciale a supporto della rete e a miglioramento della qualità delle iniziative.

In tale ambito saranno:

- promossi il miglior funzionamento del coordinamento regionale e provinciale dei Centri di Educazione Ambientale, portando a regime l'identificazione dei nodi che rappresentano la struttura principale della rete, a cui collegare i nodi delle reti decentrate, con contestuale chiarimento di ruoli, compiti e funzioni;
- potenziati i servizi regionali a supporto della rete (organizzativi, formativi, gestionali, comunicativi) volti a promuovere ed agevolare una prassi consolidata di progettazione e lavoro comune tra i diversi nodi della rete, attraverso la promozione di specifiche iniziative seminariali e il potenziamento delle funzioni del C.R.E.A. (Centro Regionale Educazione Ambientale) con la piena fruibilità dei servizi di documentazione, biblioteca, aula multimediale, ecc., anche con la istituzione di borse di studio

annuali per i diplomati del Master post-laurea in «Esperto di educazione ambientale» (stages formativi);
- promossa la collaborazione attiva tra il Sistema dei CEA e le Agenzie scientifiche che supportano la Rete (ARPA, IRRE, Università, Centro Documentazione Salute, ecc.), nonché il collegamento con le altre reti che promuovono lo sviluppo sostenibile (Rete regionale Aree Protette, Agende 21, Città sane, Città bambini, ecc.);
- promossa la collaborazione con le altre regioni italiane per progetti interregionali e con partner europei, nonché per scambi di esperienze e diffusione di buone pratiche.

Percorso qualità

È importante sviluppare un percorso di miglioramento continuo dei servizi e delle attività dei CEA, oltre che la loro continuità di azione, attraverso la definizione, sperimentazione e applicazione di un sistema di «indicatori di qualità« delle strutture e dei progetti che garantisca, valorizzi e premi i percorsi di miglioramento.

Il percorso qualità sarà attuato coinvolgendo tutti i CEA e le agenzie scientifiche a supporto della Rete, nonché in partnership con altre Regioni impegnate su questo stesso tema comune (vedi Area progetti interregionali).

Il percorso prevederà:
- la realizzazione di una ricerca che raccolga ed analizzi le migliori esperienze sviluppate a livello internazionale e nazionale in merito al problema della individuazione ed applicazione di indicatori di qualità nel settore della educazione ambientale;
- attività seminariali di approfondimento e definizione/condivisione degli indicatori di qualità con i CEA e il supporto di esperti di educazione ambientale regionali e nazionali;
- definizione di criteri di qualità differenziati secondo le diverse tipologie e funzioni dei CEA;
- applicazione sperimentale dei criteri condivisi come percorso di ricerca-azione finalizzato al miglioramento dei servizi;
- confronto e comune elaborazione con le altre regioni che assumono un medesimo percorso «indicatori«;
- assunzione a regime del sistema di indicatori di qualità quale strumento di monitoraggio e valutazione dei servizi offerti dai nodi della rete.

Formazione e ricerca

L'esperienza avviata con le due edizioni del Master 2000/01 e 2001/02 in «Esperto di Educazione ambientale« nel quadro di una collaborazione tra la Regione e il Dipartimento di Scienze dell'Educazione dell'Università degli Studi di Bologna, va rilanciata e implementata con il coinvolgimento sempre maggiore dei CEA e delle altre Università della Regione.

Il Master è il principale strumento formativo a servizio del Sistema INFEA Emilia-Romagna sia per qualificare sempre più gli operatori già in servizio e formare giovani neolaureati alla professione

di educatore ambientale, sia per specializzare insegnanti delle scuole. Le figure professionali che il Master vuole qualificare dovranno essere sempre più in grado di intervenire come mediatori costruttivi nel mondo della scuola e sul territorio.

Le nuove edizioni del Master prevederanno tra l'altro:

- definizione del programma formativo e stesura di un protocollo di intesa tra Regione e Università coinvolte;
- individuazione di più articolate funzioni e capacità professionali per la figura di educatore ambientale;
- partecipazione dei CEA alla gestione di Seminari e Workshop del Master;
- sostegno economico ai CEA i cui operatori frequentano il Master;
- sostegno economico ai CEA che ospitano il tirocinio degli studenti;
- apertura a specifiche utenze esterne di particolari momenti formativi del Master in relazione ai temi trattati (lezioni, workshop e seminari).

Ulteriori strumenti formativi promossi nella Regione Emilia-Romagna da Università e Istituti di ricerca, ordini professionali potranno integrare l'offerta e l'articolazione dei profili professionali inerenti il settore della educazione, comunicazione ambientale e promozione dello sviluppo sostenibile.

Ricerche innovative nel campo dell'educazione ambientale e dello sviluppo sostenibile sulla valutazione della efficacia delle politiche sviluppate nel settore, potranno anche essere promosse direttamente dai Servizi regionali competenti.

Potenziamento attività Centri Educazione Ambientale

Il potenziamento delle attività dei CEA e il loro consolidamento, sarà promosso attraverso la indizione di appositi Bandi annuali finalizzati alla realizzazione di progetti e iniziative correlate ai tematismi e alle problematiche ambientali contenute nel «Piano regionale di azione ambientale 2001/2003» e quindi, in generale, in collegamento con la promozione di Agenda 21 locale e la sostenibilità ambientale, economica, sociale.

Ai CEA sarà chiesto di programmare le proprie azioni educative in modo coerente con le linee di indirizzo regionale, attivando la più ampia partecipazione dei soggetti presenti a livello del territorio di riferimento, nonché tutte le possibili sinergie con altri CEA e con agenzie scientifiche.

I progetti saranno rivolti ad una molteplicità di utenti: scuole, cittadini, categorie sociali e produttive.

I Bandi saranno finalizzati a valorizzare e premiare la qualità dei progetti e delle metodologie utilizzate, la continuità nel tempo dell'azione informativa ed educativa del CEA, il legame con il territorio di riferimento, nonché la capacità di creare sinergie e di lavorare in rete.

In particolare i Bandi conterranno:

- la definizione dei tematismi su cui costruire i progetti di educazione ambientale;
- le tipologie progettuali (laboratori, corsi di aggiornamento per insegnanti, supporto Agenda 21, campagne di sensibilizzazione, ecc.);

– le tipologie di azioni ammesse a cofinanziamento;
– i criteri di valutazione dei progetti.

Promozione progetti e scuole laboratorio di Educazione Ambientale

La promozione di progetti e di specifici laboratori di educazione ambientale nelle scuole verrà attuata attraverso la indizione di appositi Bandi annuali per progetti e iniziative correlate ai tematismi e alle problematiche ambientali contenute nel «Piano regionale di azione ambientale 2001/2003».

Alle scuole sarà chiesto di inserire in modo stabile i laboratori di educazione ambientale nei rispettivi Piani dell'Offerta Formativi (POF) e di assumere una accezione di educazione ambientale che preveda lo sviluppo sia di conoscenze che di azioni concrete per l'ambiente, anche con l'utilizzo di metodologie di Agenda 21 locale, che prevedano il coinvolgimento di tutte le componenti scolastiche (studenti, insegnanti, personale non docente, genitori).

I Bandi saranno finalizzati a valorizzare e premiare la qualità dei progetti e delle metodologie utilizzate, nonché la capacità di creare sinergie e di lavorare in rete.

In particolare i Bandi conterranno:
– la definizione dei tematismi su cui costruire i progetti di educazione ambientale;
– le tipologie progettuali;
– le tipologie di azioni ammesse a cofinanziamento;
– i criteri di valutazione dei progetti.

Documentazione, informazione e comunicazione

Le funzioni di documentazione, informazione e comunicazione ambientale andranno sviluppate in modo integrato alle azioni previste dalle altre aree della presente programmazione triennale INFEA, nonché al «Piano di azione ambientale Per un futuro sostenibile».

In particolare si prevedono:
– la implementazione e la gestione regionale e locale del sistema informativo di educazione ambientale (in collaborazione col Ministero dell'Ambiente, promotore del sistema informativo nazionale SISSI);
– il proseguimento della pubblicazione della Rivista Centocieli (due numeri annui);
– la predisposizione, stampa e diffusione di Quaderni di documentazione INFEA (due numeri anno);
– la realizzazione di Campagne di comunicazione regionale per i comportamenti ecosostenibili (in collegamento con i principali tematismi del Piano regionale ambiente, inquinamento aria, acqua, ecc.); le campagne potranno coordinare una pluralità di azioni e di soggetti quali ad esempio le scuole e i CEA, agenzie per l'ambiente, ecc.
– la realizzazione di una «Vetrina della sostenibilità» per selezionare e divulgare le buone pratiche sostenibili ed ecoefficienti delle imprese pubbliche e private dell'Emilia-Romagna;
– la implementazione e l'ulteriore qualificazione del sito web INFEA e di quello del Master in «Esperto di Educazione ambientale» attuali, che saran-

no valorizzati all'interno del costituendo nuovo Portale web dell'Emilia-Romagna «Ermes-Ambiente»;
- l'aggiornamento e l'ulteriore diffusione del cd rom «A scuola di Agenda 21»;
- la realizzazione di un libro/Agenda 2003 sui temi dell'educazione, della sostenibilità e della partecipazione responsabile;
- realizzazione di un allestimento espositivo mobile che presenta la rete INFEA regionale, i CEA e le loro attività, da utilizzarsi in fiere tematiche;
- la redazione, pubblicazione e diffusione di un catalogo comprendente le schede dei CEA, delle agenzie scientifiche che supportano la rete regionale e delle tipologie di servizi che la rete offre agli utenti.

Laboratori per l'innovazione e la sperimentazione INFEA

Facendo tesoro delle esperienze di eccellenza maturate negli ultimi decenni in Emilia-Romagna nel campo INFEA – e con l'obiettivo di ricercare, approfondire, sperimentare, consolidare nuovi modelli, nuove utenze, nuovi tipi di servizi di Educazione ambientale, nonché di diffondere le buone pratiche – si prevede di:
- sollecitare la redazione di proposte per la realizzazione di progetti di contenuto particolarmente innovativo, da parte di CEA (di cui uno svolga il ruolo di capofila) collegati tra loro per affinità tematica/metodologica e con l'eventuale collaborazione e apporto scientifico delle Agenzie che supportano la rete regionale;
- selezionare le migliori proposte secondo tipologie coerenti con gli obiettivi strategici del presente Programma, nonché del «Piano di Azione ambientale per un futuro sostenibile» della Regione Emilia-Romagna;
- attribuire alle migliori proposte un adeguato contributo finanziario.

Progetti INFEA interregionali

La costruzione del sistema nazionale INFEA deve necessariamente prevedere, oltre a una comune definizione di strategie, strumenti, criteri di valutazione, un lavoro e una comune sperimentazione dal basso tra le Regioni.

A tal fine si ritiene opportuno sviluppare, in collaborazione con altre Regioni, alcuni progetti che saranno congiuntamente messi a punto e realizzati nei diversi territori regionali.

Tra i temi di progetto già individuati dalle Regioni, l'Emilia-Romagna è interessata ai seguenti, in corso di definizione da parte delle Regioni:
- Agenda 21 a scuola (Regione capofila Emilia-Romagna; al momento sono interessate anche le Regioni Liguria, Umbria, Lombardia, Piemonte).
- Percorso indicatori di qualità (Regione capofila Umbria; al momento sono interessate anche le Regioni Umbria, Friuli Venezia Giulia, Piemonte);
- Un Po di cultura, un Po di terra, un Po d'acqua (Regione capofila Lombardia; al momento sono interessate anche le regioni del Bacino Padano: Lombardia, Piemonte);

L'attuazione dei progetti può com-

prendere: effettuazione di seminari residenziali con i CEA delle Regioni partner, pubblicazione di materiali cartacei e multimediali da mettere a disposizione dei CEA delle Regioni coinvolte, coinvolgimento di esperti delle materie trattate a supporto del progetto, diffusione dei risultati a tutti i CEA italiani mediante convegno e workshop finale.

Progetti INFEA comunitari e internazionali

Le politiche di sviluppo sostenibile e di educazione ambientale sono condivise da tutti i paesi europei. È pertanto interessante promuovere partnership e collaborazioni con altri paesi e regioni che stanno sviluppando analoghi programmi.

Tra le iniziative già in corso di valutazione o realizzazione vi sono:
- Progetto «Vetrina della sostenibilità»: rete di scuole Agenda 21 con Bassa Sassonia (Luneburg), Austria (Graz), Svizzera (Langhental);
- Progetto UNEP «Youth X Change» sui consumi etici e sostenibili per i giovani dai 15 ai 25 anni;
- Progetto di cooperazione con il Ministero della Pubblica Istruzione della Croazia sulla realizzazione e promozione di reti di CEA.

Raccordo con altri strumenti di programmazione della Regione Emilia-Romagna

Il presente Programma triennale INFEA trova molteplici collegamenti ed integrazioni con altri e paralleli strumenti di programmazione regionale, tra cui:
- Programma triennale dei Parchi e delle Aree protette ai sensi della L.R. 11/88;
- Fondo Sociale Europeo Obiettivo 3, Asse C1 (per l'aggiornamento degli insegnanti): nuovi modelli di educazione ambientale;
- Programma regionale Ambiente 2001/2003 e Bando per la promozione delle Agende 21 locali;
- Programma di attività formative, informative e dimostrative teso a diffondere un'avanzata sensibilità sociale sui temi della riduzione, recupero e riutilizzo dei rifiuti ai sensi dell'art.3 della L.R. 27/94;
- Programma regionale di promozione delle «Fattorie didattiche».

GEOMATICA: LE FRONTIERE DEL RILEVAMENTO

GEOMATICS: THE BORDERLINE OF THE SURVEYING

Mario A. Gomarasca (*)

(*) Presidente ASITA CNR-IREA Milano.

Riassunto

Le attività nell'ambito dell'Informazione Geografica sono in rapida espansione e, anche se esiste una scarsa conoscenza del come utilizzare correttamente le potenzialità a disposizione, settori economici sempre più ampi accedono all'utilizzo di dati rilevati a terra con procedure di posizionamento satellitare, con la fotogrammetria tradizionale e digitale, il laser scanning ed il telerilevamento multi e iperspettrale da aereo e da satellite con (immagini a diverse risoluzioni geometriche, spettrali e temporali) ed alle informazioni che da essi derivano gestibili in Sistemi Informativi Territoriali e Sistemi di Supporto alle Decisioni.
Si tratta di grandi quantità di dati che devono essere necessariamente organizzate, elaborate, gestite, ed utilizzate in tempi brevi per una corretta rappresentazione e conoscenza della situazione territoriale.
La *Geomatica* (*geos*: Terra, *matica*: informatica) è in grado di soddisfare queste esigenze.
Nella relazione vengono brevemente descritte le componenti fondamentali della geomatica ed alcuni strumenti di crescente utilizzo quali i sistemi di posizionamento, il laser scanner, la fotogrammetria digitale e il telerilevamento.

Abstract

The interest concerning the Geographic Information (GI) is more and more evident. Although the little knowledge on the potentiality and the correct utilisation of GI, larger economical sectors have access to in field survey data using satellite positioning systems, traditional and digital photogrammetry, laser scanning, remote sensing multi- and iper- spectral from airborne and satellite platforms (with different geometric, spectral and temporal resolutions), managed in Geographical Information Syustems and Decision Support Systems.
It concerns with enormous amount of data that must be organised, processed, managed and used in short time for a correct representation and knowledge of the territory.
Goematics (geos: *Earth,* matica: *informatics) is able to satisfy these requirements.*
In this paper are shortly described the fundamental components of the Geomatics and some tools of growing imployment as positioning systems, laser scanner, digital photogrammetry and remote sensing.

Geomatica

La *Geomatica* è definita come un approccio sistemico integrato multidisciplinare per selezionare gli strumenti e le tecniche appropriate per acquisire, integrare, trattare, analizzare, archiviare e distribuire dati spaziali georiferiti in un flusso di lavoro digitale continuo.

Nata nell'Università di Laval in Canada nei primi anni ottanta, la Geomatica ha presto confermato la precisa cognizione che le crescenti potenzialità offerte dal calcolo elettronico stavano rivoluzionando le scienze del rilevamento e rappresentazione e che la già in crescita video-grafica era compatibile con il trattamento di quantità impensabili, fino al momento, di dati. La rivoluzionaria intuizione di quel periodo fu imperniata sulla georeferenziazione di tutto ciò che è posizionato sul nostro pianeta.

Le discipline e le tecniche che la costituiscono sono:

- *Informatica:* studio e sviluppo degli strumenti tecnologici (*hardware*) e di metodi, modelli e sistemi (*software*) che consentono l'elaborazione e la gestione di informazione.

Gli attuali dispositivi o processori di applicabilità generale (*general purpose*) sono in grado di memorizzare sia un insieme di dati che un insieme di operazioni o *istruzioni*, e di eseguire autonomamente tali operazioni in successione operando sui dati, attraverso la definizione di *programmi*, cioè le successioni delle operazioni da compiere.

- *Geodesia:* studio della forma e delle dimensioni della Terra.
- *Topografia*: l'insieme delle procedure del rilievo diretto del territorio
- *Cartografia:* rappresentazione grafica o numerica di zone più o meno ampie della superficie terrestre secondo regole prefissate.
- *Fotogrammetria:* Analisi metrica degli oggetti effettuata sulle immagini fotografiche opportunamente scattate.
- *Fotogrammetria digitale:* Analisi metrica degli oggetti effettuata su immagini digitali opportunamente riprese.
- *Telerilevamento:* acquisizione digitale a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente nonché l'insieme dei metodi e delle tecniche per la successiva elaborazione e interpretazione (questa definizione ben si presta anche per la fotogrammetria digitale)
- *Sistemi Informativi Territoriali (SIT)* o GIS (*Geographical Information System*): potente insieme di strumenti in grado di accogliere, memorizzare, richiamare, trasformare, rappresentare ed elaborare dati spazialmente riferiti
- *Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS):* costituiti da sistemi informativi molto sofisticati, in grado di creare scenari possibili attraverso la modellizzazione della realtà e di offrire una scelta di soluzioni al decisore.

In questo ambito stanno prendendo sempre maggiore importanza, in modo interdisciplinare, i sistemi di posizionamento globale, il rilevamento del territorio con laser scanner, la cartografia e la fotogrammetria digitale, il telerilevamento da aereo e da satellite con elevate risoluzioni geometriche, spettrali, radiometriche e temporali, ottico e radar.

Sistemi di posizionamento

I sistemi di posizionamento di punti sulla superficie terrestre hanno trovato concreta applicazione in topografia e cartografia, dopo essere stati inizialmente utilizzati nel campo della navigazione.

Essi consentono il posizionamento tridimensionale di oggetti anche in movimento nello spazio e nel tempo, su tutto il globo terrestre, con qualsiasi condizione meteorologica e in modo continuo.

Sono basati sulla ricezione di segnali in banda radio emessi da satelliti artificiali per le telecomunicazioni. L'utente a terra deve essere equipaggiato con uno strumento costituito da un'antenna e un ricevitore, più o meno sofisticato e costoso in funzione dei livelli di accuratezza delle misure raggiungibili. Tale strumento è in grado di leggere le coordinate geografiche piane, derivanti da un sistema geodetico di riferimento, del punto misurato e di ottenere la sua terza dimensione: l'altezza.

Il Sistema americano di Posizionamento Globale, è il NAVSTAR GPS: NAVigator Satellite Timing And Ranging Global Positioning System, è nato alla fine degli anni settanta come sistema dedicato per assistere le navi militari nella navigazione fornendo in tempo reale la posizione in cui si trovavano, rispetto al sistema di riferimento geodetico prescelto, unico per tutta la Terra noto come WGS84 (World Global System 1984). L'uso civile e le applicazioni topografiche e cartografiche avvengono in un periodo successivo, dai primi anni '80.

L'idea alla base dei sistemi satellitari di rilevamento è quella di determinare la posizione di punti a terra mediante misure di distanza tra tali punti e alcuni satelliti di una apposita costellazione di cui è nota la posizione nello spazio in ogni istante. Le misure delle distanze tra un punto a terra e i satelliti sono ottenute utilizzando i segnali trasmessi dai satelliti e ricevuti da un'antenna posta sul punto a terra da determinare. Attraverso la ricezione e l'interpretazione di tali segnali è possibile ricavare il posizionamento tridimensionale.

Sistema di Posizionamento GLONASS: sistema realizzato dall'ex URSS e gestito dalla Russia, il GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), pensato e progettato dalla metà degli anni settanta e operativo dal 1982 del tutto simile al NAVSTAR GPS. Come concetto progettuale ed operativo è analogo e compatibile con il GPS americano.

Questo sistema di radio-navigazione satellitare consente ad un numero illimitato di utenti di determinare le proprie coordinate, le componenti della propria velocità, la sincronizzazione rispetto al tempo del sistema ovunque sulla superficie terrestre e in qualsiasi condizione atmosferica.

Il sistema si basa su una costellazione di satelliti che trasmettono segnali in continuo codificati su due bande di frequenza.

La completa costellazione del sistema GLONASS è costituita da 24 satelliti disposti su 3 piani orbitali, equidistanti tra loro 120°, con 8 satelliti ciascuno, uniformemente distribuiti a 45° tra loro.

Sistema di Posizionamento Europeo

Galileo: Anche l'Europa sta realizzando un proprio sistema di posizionamento globale alternativo a quelli americano e russo con il chiaro intento di ridurre la dipendenza dell'Unione Europea soprattutto dal sistema americano e per conseguenti ragioni strategiche ed economiche. Il 19 luglio 1999 il Concilio d'Europa ha adottato una risoluzione che inaugura il cammino del sistema Galileo in collaborazione con gli esistenti GPS e GLONASS.

Il programma prevede la realizzazione di una nuova generazione di satelliti, rappresentata da una costellazione che fornirà servizi per la navigazione satellitare, combinata con adeguate infrastrutture a terra, costituente il sistema *Galileo*. L'interoperabilità con il sistema GPS, e quindi l'integrazione tra i due sistemi di navigazione, consentirà di contribuire allo sviluppo del sistema globale per la navigazione, il *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Allo sviluppo del sistema partecipano anche l'esistente GLONASS e altri Paesi che non hanno un loro sistema di navigazione.

Il sistema centrale di *Galileo* sarà costituito da una costellazione di satelliti che consentirà una copertura del globo in orbite pari al raggio terrestre (*Mid Earth Orbit*, MEO) di circa 20.000 km che è stato dimostrato avere basso rischio tecnologico ed elevate prestazioni e capacità.

Questo schema è simile ai sistemi di posizionamento esistenti già adottati e che saranno implementati da Stati Uniti e Russia per il potenziamento e l'aggiornamento di GPS e GLONASS.

Approfondimenti

CEFALO R., MANZONI G., PAGURT R., SLUGA T., (2000), *Attualità nel posizionamento e nella navigazione satellitari: GPS, GLONASS, WAAS EGNOS, WAAS FAA*, Galileo, GEOmedia, maggio-giugno 2000, pp. 4-7.

CINA A., (2000), *GPS, princìpi, modalità e tecniche di posizionamento*, maggio 2000, Celid, Torino.

NOBILI A., (1999), *Il Glonass*, Bollettino della SIFET, 1999, n. 3, pp. 25-43.

PIGATO C., (1998), *Topografia e Fotogrammetria*, vol. 2, Poseidonia, 1998.

Laser scanner

In generale si tende ad utilizzare l'acronimo LIDAR (*Light Detection and Ranging*), per indicare i sistemi di telerilevamento ambientale basati sull'uso del *laser*.

Il LIDAR è, per definizione, un sistema per l'individuazione di oggetti e la misura della loro distanza mediante l'uso della radiazione luminosa. Utilizza un trasmettitore *laser* in grado di liberare un fascio luminoso, collimato da un opportuno sistema ottico, in un intervallo dello spettro elettromagnetico caratteristico delle frequenze ottiche (0,3-15 mm).

Il LIDAR è quindi, come il RADAR, un sistema attivo che opera però nel campo dell'ottico anziché delle microonde (0,1-100 cm).

Questo principio della tecnologia *laser* quando adattato a sistemi di telerilevamento territoriale consente di restituire carte numeriche tridimensionali ed ef-

fettuare misure topografiche di dettaglio in modo molto più preciso e in tempi più rapidi rispetto ai metodi tradizionali.

Il *laser scanner,* o *laser altimetro*, è uno strumento che emette un segnale e ne registra la radiazione riflessa di ritorno consentendo di misurare la distanza tra la piattaforma che trasporta il laser e la superficie colpita con precisione.

Il sistema a scansione laser è la convergenza di tre tecnologie:

- Laser rangefinding
- Sistemi di posizionamento (GPS, GLONASS)
- Sistemi di navigazione inerziale (INS)

La peculiarità dello strumento è di poter effettuare misure anche in presenza di alta densità di vegetazione e di caratterizzare la posizione, la forma e l'altezza di oggetti e infrastrutture di diverso tipo.

Il metodo si basa sulla misura della distanza tra un aereo, o un elicottero, e la superficie terrestre misurando con precisione il tempo che impiega l'impulso del segnale laser ad arrivare a terra e a tornare, riflesso, alla piattaforma che lo ha emesso.

Il segnale laser riflesso viene ricevuto da un piccolo telescopio che focalizza e raccoglie la luce laser in un rivelatore. Il tempo di percorrenza del segnale viene tradotto in distanza dalla piattaforma considerando la velocità del raggio laser pari a quello velocità della luce nel vuoto ($2,99 \times 10^{10}$ cm s^{-1}).

La lunghezza d'onda di trasmissione del segnale laser è, in funzione dello strumento, compresa nell'intervallo spettrale 1,0 – 1,6 μm nel vicino infrarosso, fuori dal campo visibile dell'occhio umano, con alcune eccezioni nel visibile a 0, 523 μm.

I trasmettitori laser lanciano da 2.000 a 33.000 impulsi per secondo. Mediante scansione con uno specchio rotante dell'area indagata vengono registrate migliaia di distanze pari al numero di impulsi emessi dal trasmettitore laser su una striscia di lavoro molto stretta. Le distanze misurate vengono convertite in coordinate planimetriche e in altimetria per ciascun impulso laser combinando le misure della distanza con il preciso posizionamento dello strumento sulla piattaforma di ripresa. Il punto di emissione aereo del segnale lungo tutta la linea di volo è identificato con precisione da un sistema di posizionamento (GPS, GLONASS) applicando la tecnica conosciuta come soluzione differenziale cinematica. Con il GPS differenziale è possibile ottenere la posizione di un ricevitore GPS a bordo di un aereo con accuratezza di qualche centimetro. Per fare questo è necessaria la disponibilità di una stazione di riferimento a terra che raccolga e registri i dati che devono essere successivamente processati con i dati raccolti dal GPS di bordo.

Per poter correttamente individuare le coordinate tridimensionali del punto di riflessione del segnale laser è necessario conoscere con precisione l'orientamento dell'impulso nel momento in cui lo stesso viene inviato. Mentre l'angolo dello specchio collimatore del laser a scansione è sempre conosciuto all'invio di ciascun impulso, la piattaforma aerea è soggetta, oltre che a una possibile non costante velocità di avanzamento, ad errori di rollio, imbardata o deriva e picchiata.

La direzione dell'impulso laser è determinata con precisione utilizzando un Sistema di Navigazione Inerziale (INS), che registra questi errori e misura l'orientamento della piattaforma. I Sistemi Inerziali sono in grado di rilevare errori minori di 0,01°.

La misura della distanza e la conoscenza dell'angolo di emissione-ricezione del segnale consentono di determinare le coordinate spaziali del punto riflettente da localizzare.. Combinando le informazioni raccolte relative alla distanza, posizione e direzione si caratterizza in modo georeferito ogni segnale laser di ritorno.

Riprendendo in rapida successione linee parallele ortogonali alla linea di avanzamento della piattaforma aerea, sempre guidata da un preciso sistema di posizionamento, è possibile mappare ampie zone, con sovrapposizione laterale delle riprese nel caso di ripresa sistematica del territorio per un raccordo delle strisciate.

I dati raccolti dai singoli corridoi ripresi vengono poi adeguatamente elaborati per costruire mappe tridimensionali del terreno, cioè Modelli numerici di Elevazione del Terreno (DEM) che descrivono la topografia al suolo utilizzando una griglia con valori di altimetria distribuiti con spaziatura regolare. Questo metodo è alternativo alla tradizionale acquisizione delle curve di livello da stereo coppie di foto aeree riprese con tecniche di fotogrammetria.

L'ampiezza della strisciata è funzione dell'altezza della piattaforma e dell'angolo di scansione. L'altezza di volo è di norma compresa tra 700 m e 1500 m. Altezze maggiori generano Indicativamente, riprese da 700 m consentono di rilevare corridoi di 300 m di larghezza.

L'altezza del volo condiziona l'accuratezza delle riprese: a maggiori altezze gli errori angolari aumentano.

Le applicazioni possono essere molteplici e includere il rischio idrogeologico, mappatura di aree riparie e alluvionali, modelli idrologici, pianificazione urbana, rilievo corridoi per la posa di oleodotti, elettrodotti, palificazioni, individuazione di percorsi a vario titolo.

I dati raccolti, corretti, georeferiti e convertiti in un modello tridimensionale del terreno vengono gestiti in un Sistema Informativo Territoriale in grado di elaborare la notevole quantità di dati che vengono raccolti: il rilevamento può superare 100.000 punti/km^2.

Le piattaforme possono essere anche terresti ed in questo caso il campo di azione è limitato sia per l'angolo di vista che per la portata del raggio laser: infatti esso non opera a distanze superiori a 150-200 m con errori stimabili in circa 10 cm.

Approfondimenti

Bollettino SIFET, supplemento speciale al n. 2/2001.

BARBARELLA M., MANZONI G., (1999), *Metodi geodetici e topografici per il rilevamento e il monitoraggio delle emergenze ambientali*, Atti 3° Conferenza Nazionale ASITA, Napoli 9-12 novembre 1999, Vol. 1, pp. LXIII-LXXVI.

FLOOD, M., GUTELIUS B., (1997), *Commercial implication of Topographic Terrain Mapping using Scanning Airborne Laser Radar.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 63:327.

Fotogrammetria digitale

Sempre più comunemente i settori che riguardano l'acquisizione di Informazioni Geografiche sono dipendenti dalla tecnologia digitale con esclusione dell'ambito aerofotogrammetrico a grande formato in cui la pellicola fotografica, elemento analogico, è ancora la fonte elementare e fondamentale di dati territoriali.

Le camere aerofotogrammetriche digitali sono tuttavia in fase di sviluppo e già hanno una loro validità scientifica e pratica che ancora non può sostituire la pellicola fotografica in tutti i suoi radicati vantaggi. In particolare, le risoluzioni oggi ottenibili dal processo fotogrammetrico tradizionale, nell'ordine dei centimetri, non sono ancora operativamente ottenibili con le camere digitali.

Certo è che le conoscenze riguardo le pellicole hanno raggiunto il massimo dell'esplorabile mentre le tecniche digitali sono in continua evoluzione e le possibili soluzioni tecnologiche e metodologiche in aperto sviluppo.

In confronto alla fotografia tradizionale l'acquisizione digitale delle immagini consente di ottenere in tempi più rapidi una maggiore accuratezza cromatica. Ciò significa eliminare le dominanti indesiderate spesso presenti nelle immagini su pellicola.

Le riprese con camere digitali offrono l'evidente e non trascurabile vantaggio di fornire un riscontro immediato poco dopo l'acquisizione e di poter ripetere l'operazione se non si è soddisfatti del risultato.

I vantaggi del digitale rispetto al processo fotografico analogico si possono quindi riassumere nei seguenti punti:

- migliore accuratezza cromatica
- a parità di tempi di ripresa, maggiore rapidità di restituzione dell'immagine
- facilità di elaborazione digitale
- riproduzione in tempo reale e identica dell'originale
- maggiore controllo sull'immagine
- possibilità di inserimento in sistemi informativi e di gestione.

Le modalità di acquisizione con fotocamere digitali possono essere con due tipi di sensori CCD:

- *lineari*: simili a quelli adottati sui sistemi da satellite
- a *matrice*: acquisiscono una superficie quadrata o rettangolare

Il *sensore lineare* ha i pixel disposti in fila e scansiona l'oggetto o l'area ripresa linea dopo linea. Per consentire la completa ripresa cromatica RGB in un solo passaggio viene usato un CCD a tre linee, o trilineare, in cui ciascuna fila di pixel è rivestita da filtri rosso (R), verde (G) e blu (B).

La scansione di una linea per volta può comportare un tempo di esposizione anche di diversi secondi. Il soggetto fotografato deve pertanto essere immobile e le condizioni di ripresa, in particolare la sorgente luminosa, costanti nel tempo.

Nel *sensore a matrice* i pixel sono organizzati in una griglia che può avere forma quadrata o rettangolare. Il sensore cattura l'immagine in una sola esposizione ma può richiedere più esposizioni per ricostruire tutte le informazioni cromatiche RGB.

L'operatività è simile a quella degli

apparecchi tradizionali perché viene ripresa una scena nel suo insieme e non linea per linea.

Il tempo di esposizione di una fotocamera con sensore a matrice è in genere medio-breve e compreso tra 1/30 di secondo e 1/200 di secondo, rendendo possibile anche la ripresa di oggetti in movimento. In alcuni modelli è possibile raggiungere tempi di esposizione molto ridotti di 1/8000 di secondo.

I CCD possono però registrare solo in modo monocromatico. Questo limite viene superato con diversi artifizi tra cui, per esempio:

- *scatto singolo con tre CCD*: la luce, dopo aver attraversato l'obiettivo viene separata con un prisma di Newton; tre diversi sensori registrano le informazioni del rosso (R), verde (G) e blu (B) e l'immagine viene poi ricomposta a formare un immagine a colori RGB.

Airborne Digital Sensor (ADS40)

La camera fotogrammetrica digitale ADS40,.partendo dal principio sviluppato nei primi anni '70 da Otto Hofmann, risolve i problemi dell'acquisizione stereoscopica e della velocità di trasferimento dei dati utilizzando tre serie di sensori posti su barrette lineari (*linear array*). Questi acquisiscono nel medesimo istante, consentendo quindi la realizzazione di terne stereoscopiche lungo la strisciata, e utilizzando opportuni sistemi che garantiscono una velocità di trasferimento dei dati di circa 50 Mb/sec.

I sensori lineari acquisiscono l'intera immagine lungo la linea di volo, o strisciata, sfruttando il moto della piattaforma in tre differenti posizioni: verticale, inclinata in avanti e inclinata indietro rispetto alla posizione istantanea del velivolo.

Nel pancromatico (Pan), 0,46-0,68 mm, il sensore è costituito da 24.000 elementi, o celle, posti su due file di 12.000 ciascuna sfalsate di mezza cella tra loro.

Camera Digitale Modulare (DMC)

Presentata ufficialmente al Congresso ISPRS di Amsterdam nel luglio del 2000, la DMC (*Digital Modular Camera*) è una camera digitale che acquisisce con una risoluzione spettrale variante tra il pancromatico e il multispettrale, in 4 bande spettrali, con differenti risoluzioni geometriche.

A differenza dell'ADS40, il principio operativo della DMC si basa sulla ricostruzione di una prospettiva centrale, come nella fotogrammetrica tradizionale. Vengono utilizzate tre differenti matrici rettangolari di sensori, sincronizzate tra loro, che acquisiscono nello stesso istante tre porzioni del fotogramma che verrà ricostruito nella sua interezza attraverso una complessa operazione di mosaicatura.

Il maggiore vantaggio di questa camera è rappresentato dall'acquisizione di immagini con una geometria del tutto simile a quelle analogiche fotogrammetriche tradizionali, assicurando così, l'utilizzo diretto di software di restituzione fotogrammetrica digitale già ampiamente utilizzati. Importante è però conoscere le modalità di ricostruzione della scena, dall'interpolazione geometrica a quella radiometrica, al fine di meglio valutare la qualità delle immagini acquisite.

Alle comuni altezze di ripresa, in genere superiori a 1500 m, si possono ottenere, con le camere digitali, risoluzioni geometriche nell'ordine di qualche decimetro.

Per il multispettrale (MS) sono poi predisposti altri quattro elementi lineari di 12.000 celle ciascuno dotati di filtri per l'acquisizione nel visibile (B: 0,43-0,49 mm V: 0,54-0,59 mm R: 0,61-0,66 mm) e vicino infrarosso (0,84-0,88 mm).

Dal punto di vista metrico, la risoluzione geometrica è di circa 7 mm (la dimensione in m del pixel a terra è dipendente dalla quota di volo) con un'accuratezza di posizionamento di ± 1 mm. L'intero sistema è poi dotato di un GPS cinematico integrato nello strumento e di una piattaforma inerziale (INS) che garantiscono la ricostruzione della geometria di ogni singola linea di scansione.

In via teorica la tripla ripresa di uno stesso oggetto da tre angolazioni diverse può consentire una triangolazione di punti tale da consentire la generazione di Modelli Digitali del Terreno (DTM).

Considerazioni

Entrambe le soluzioni hanno vantaggi e svantaggi che non le rendono idonee alla totale sostituzione delle camere fotogrammetriche con pellicola fotografica. Essendo le tecnologie concettualmente diverse tra loro non è nemmeno pensabile di fondere i vantaggi per ottenere un unico strumento ottimale (Tabella 1).

La camera digitale trilineare è più adatta per applicazioni tipiche dell'area del Telerilevamento, avendone assorbito i concetti di fondo, mentre la camera a matrice è più idonea per restituzioni topografiche di maggiore precisione.

L'uso dei sistemi di posizionamento (GPS) e inerziali (INS) sono necessari per il sistema trilineare, utili ma non indispensabili per il sistema a matrice.

Con la presa aerofotogrammetrica di-

TABELLA 1 - *Confronto di alcuni parametri caratteristici dei sistemi aerofotogrammetrici di ripresa digitali a tre linee e a matrice*

Parametri	*Camera digitale trilineare*	*Camera a matrice*
Dimensioni del sensore	CCD lineare di 100 mm	area del CDD di 60x60 mm2
N° di pixel	10.000 (mono o tre colori)	4.000x4000 fino a 9.000x9.000
Dimensione del pixel	7-10 micron	8-12 micron
Tecnologia CCD	avanzata	in fase di sviluppo
Geometria dell'immagine	complessa	semplice
Calibrazione geometrica	avanzata	avanzata
Risoluzione radiometrica	eccellente	molto buona
colore	di facile acquisizione	talvolta complesso
Sistemi di supporto	necessari GPS/INS	utili GPS/INS
Acquisizione dei dati	avanzata	avanzata
Compressione dei dati	in fase di sviluppo	avanzata
Trasmissione dei dati	non problematica	fattore limitante

gitale dovrebbe essere rilevato appositamente un Modello di Elevazione del Terreno di precisione con un laser a scansione per consentire la sovrapposizione di bande multispettrali non referenziate tra loro perché acquisite con un Dt, sia pur molto ridotto ma comunque esistente.

I dati acquisiti dai nuovi sensori si prestano a molteplici applicazioni:

- restituzione per la realizzazione di cartografia numerica vettoriale
- restituzione di fotopiani e ortofotopiani, prodotti non vettoriali
- estrazione di informazioni tematiche da analisi delle caratteristiche tessiturali delle immagini
- estrazione di informazioni tematiche da immagini multi e superspettrali
- rappresentazione tridimensionale a grande scala di aree urbane.

Approfondimenti

BUTKOWSKI J., VAN KEMPEN A., (1998), *Foto digitale tecnica e pratica.* Editrice Reflex, anno 7 n. 23, pp. 12-27.

HINZ A., DORSTEL C., HEIER H., (2000), *DMC 20001 System Concept and Data Processing Workflow*, GIM International, August 2000, pp. 45-47.

Loedeman J. H., (2000), *Three-line Linear versus Multi-Head Array*, GIM International, May 2000, pp. 68-71.

MIKHAIL E. M., BETHEL J. S., MCGLONE J.C., (2001), *Introduction to Modern Photogrammetry*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

WOLF P. R. (1988), *Elements of Photogrammetry, Cap. 3: Principles of Photography*, McGraw-Hill International Editions, pp. 41-60.

Il telerilevamento

Il telerilevamento comprende le tecniche che permettono di trarre informazioni, da una realtà posta ad una nota distanza dal sensore.

Nell'uso attuale il termine Telerilevamento, o Remote Sensing, indica l'acquisizione a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente nonché l'insieme dei metodi e delle tecniche per la successiva elaborazione e interpretazione.

Il principio del Telerilevamento si basa sulla capacità di differenziare il maggior numero possibile di elementi o oggetti sul territorio (suolo, vegetazione, acqua, urbanizzato, ecc.) cercando di descriverne le caratteristiche spettrali alle diverse lunghezze d'onda a cui sono sensibili i diversi sensori, compatibilmente con la loro risoluzione spaziale.

La raccolta e la distribuzione delle informazioni è resa possibile dallo sviluppo delle tecniche relative ai sensori, alla trasmissione a distanza dei dati ed alla loro elaborazione. I sensori consentono la misura a distanza, la quale è basata essenzialmente sul comportamento delle superfici dei corpi relativamente alle onde elettromagnetiche nel visibile, nell'infrarosso e nelle microonde (Tabella 2). Tali misure sono indirizzate al riconoscimento indiretto della struttura degli elementi territoriali o al rilevamento di alcune caratteristiche fisiche come, ad esempio, la temperatura o come la distribuzione spaziale di un elemento. In questo senso il Telerilevamento consente oltre ad un'analisi qualitativa e descrittiva delle immagini anche un'analisi quantitativa eseguibile, a volte, automaticamente.

TABELLA 2 - *Regioni spettrali utilizzate nel Telerilevamento (microonde in cm)*

Regione spettrale	*Unità di misura (µm: micron)*
Ultravioletto (UV)	0,01 - 0,380
Luce Visibile (V)	0,38 - 0,75
Infrarosso Vicino (VIR)	0,75 - 3,0
Infrarosso Medio (MIR) riflesso/termico	3,0 - 6,0
Infrarosso lontano o Termico (TIR)	6,0 - 20,0
Microonde (MW)	0,1 - 100 cm

Benché esistano attualmente varie limitazioni all'uso del Telerilevamento ai fini territoriali ed ambientali, tale tecnica non rappresenta semplicemente un contributo aggiuntivo a metodologie di indagine in situ di per sé esaustive, ma si inserisce nello scenario della pianificazione territoriale e nella gestione delle risorse terrestri come uno strumento che permette lo studio e la comprensione di fenomeni in altro modo non investigabili e soprattutto può rappresentare un moderno ed efficace strumento di controllo delle dinamiche ambientali.

I problemi tecnici di ripresa e rappresentazione sono ormai in via di risoluzione operativa, mentre restano aperti i problemi di una buona comprensione delle potenzialità e dei limiti di queste tecniche da parte di chi è chiamato ad amministrare il territorio nazionale, regionale, provinciale, comunale e del territorio consorziato.

Le caratteristiche fondamentali che stanno alla base della utilità del telerilevamento come fonte di informazioni georiferibili sono:

- *sinotticità:* visione di porzioni di superficie diverse del territorio altrimenti non ottenibile con tecniche tradizionali
- *ripetibilità:* osservazioni cicliche, o periodiche,di una data situazione territoriale che consentono confronti temporali
- *aggiornabilità* dei dati raccolti.

Le immagini satellitari offrono informazioni di carattere ambientale su di un'area con un periodo di rivisitazione variabile da poche ore a qualche settimana. Questo dà la possibilità di redigere cartografia tematica aggiornata, il cui unico limite è rappresentato dal vincolo che la risoluzione spaziale dello strumento di ripresa utilizzato impone alla precisione geometrica della mappa stessa. Certamente, infatti, quando è necessario un aggiornamento tematico delle variazioni tra due distinti momenti, su una superficie anche ampia il Telerilevamento è insostituibile. La cartografia ottenuta con metodi di rilevamento convenzionali, con il suo elevato grado di correttezza geometrica, compensa ed integra la carenze informative delle immagini satellitari.

Dagli strumenti utilizzati per la raccolta di informazioni possono essere tratte:

- *misure*: rilevabili da radiometri, spettrofotometri, scatterometri
- *immagini*: acquisibili da camere fotografiche, o fotocamere, tradizionali e digitali, strumenti a scansione, termocamere.

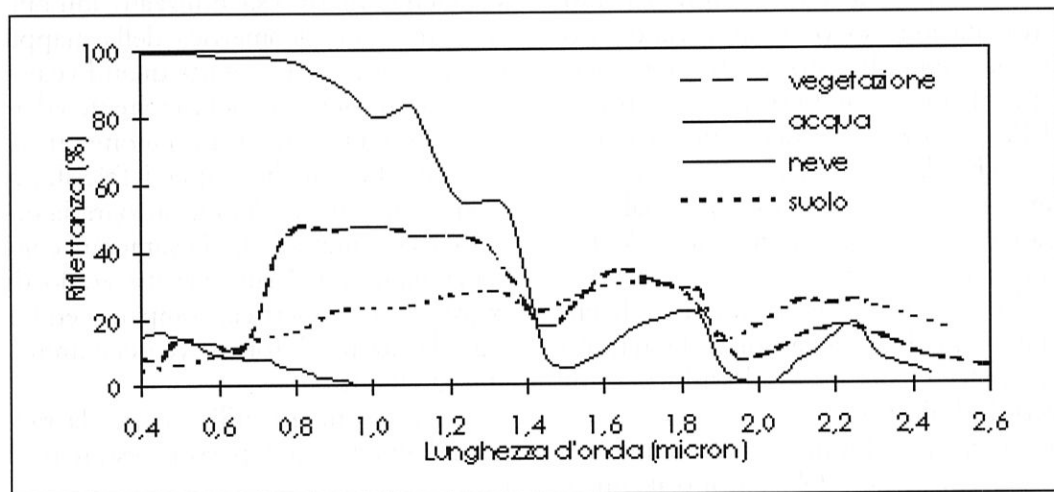
Nell'ambito degli strumenti si effettua un'ulteriore distinzione tra:

- *sensori passivi:* si limitano a registrare l'intensità con cui è riflessa, assorbita o trasmessa l'energia elettromagnetica emessa da una fonte esterna (Sole, Terra) e incidente sulla superficie investigata. Tra questi: le fotocamere, gli strumenti a scansione, le termocamere e le telecamere
- *sensori attivi*: quando gli stessi strumenti di ripresa emettono radiazioni captandone il segnale di ritorno (Radar e le camere fotografiche con flash)

I sistemi RADAR (*RAdio Detection And Ranging*) rispetto ai sensori ottici, che utilizzano il Sole quale sorgente di radiazione esterna, sono essi stessi la sorgente di energia. Il segnale, trasmesso dall'antenna verso la superficie terrestre e ricevuto sempre tramite l'antenna stessa, è costituito dall'energia più o meno diffusa *(scattered)* verso il sensore dagli elementi nella scena, antropici o naturali.

Firma spettrale

I sensori per lo studio delle risorse terrestri non effettuano "fotografie" della superficie, ma misurano l'energia riflessa e/o emessa dai vari corpi presenti al suolo; lo scopo del Telerilevamento è riuscire a stabilire una corrispondenza tra la quantità e la qualità della energia riflessa e/o emessa, la natura o lo stato dei corpi o delle superfici dai quali proviene, a seconda delle varie lunghezze d'onda, tracciando delle *firme spettrali*.

FIGURA 1 - *Firme spettrali di alcuni elementi che compongono una scena*

Risoluzioni degli strumenti

Ogni strumento è caratterizzato da diverse risoluzioni che sono in relazione alle diverse modalità di osservazione degli oggetti.

- *risoluzione geometrica*: in relazione alle dimensioni dell'area elementare al suolo di cui si rileva l'energia elettromagnetica; una immagine telerilevata è costituita da elementi base denominati pixel *(picture element)*. Ogni pixel è caratterizzato da due coordinate, che individuano la sua posizione nell'immagine, e da un Numero Digitale DN. La dimensione al suolo del pixel dipende dall'altezza di ripresa e dalle caratteristiche del sensore e può variare da meno di un metro fino a più chilometri.
- *risoluzione spettrale:* l'intervallo di lunghezze d'onda a cui è sensibile lo strumento.
- *risoluzione radiometrica*: la minima energia in grado di stimolare l'elemento sensibile affinché produca un segnale elettrico rilevabile dall'apparecchiatura, oltre il rumore intrinseco, connessa alla capacità che ha il sensore di rilevare l'intensità del segnale elettromagnetico proveniente dagli oggetti investigati. È definita da 1/256 nel caso di 8 bit, 1/128 per 7 bit, 1/64 per 6 bit, ecc.; esiste cioè un intervallo minimo di radianza Dl che sta in un Numero Digitale DN.
- *risoluzione temporale*: periodo di tempo che intercorre tra due riprese successive di una stessa area.

Il sistema Radar

Le applicazioni del Telerilevamento in banda radar sono in promettente evoluzione e in alcune situazioni già offrono interessanti risultati. Il radar viene utilizzato per indagini di geologia strutturale, idrogeologia, per ricerche sulla superficie del mare e per studi di morfologia carsica, vulcanica, alluvionale e glaciale, per applicazioni in agricoltura e foreste, per il monitoraggio di eventi catastrofici.

Il radar ha diversi pregi:

- è un sensore attivo capace di attraversare livelli dell'atmosfera costantemente perturbati e di rilevare la superficie terrestre anche in presenza di copertura nuvolosa.
- descrive generalmente la forma e la struttura tridimensionale degli oggetti, e dà indicazioni sul contenuto di umidità dei suoli e della vegetazione, mentre i sistemi ottici rispondono al colore ed alla temperatura degli oggetti.
- le onde radar, più lunghe (bande L: 23 cm e C: 5,6 cm) possono 'attraversare' la copertura vegetale e dare informazioni sul contenuto di umidità del suolo al di sotto di essa.
- il sistema radar illumina obliquamente una certa fascia di territorio esaltando molto gli aspetti morfologici come rugosità e pendenza delle superfici.

L'interferometria SAR, che in tempi recenti ha portato tante interessanti applicazioni, fa uso di due antenne separate da una distanza fissa. Questa situazione si realizza mediante acquisizioni di dati sulla stessa area durante due orbite vicine. I valori di fase per ogni pixel corrispondente alla stessa area a terra nelle due riprese vengono sottratti l'uno dall'altro ottenendo un *interferogramma*. Questa immagine contiene solo l'infor-

mazione sulle differenze di fase legate alle diverse distanze dei pixel dall'antenna SAR e quindi alle variazioni di altezza dei pixel. E' così possibile ricostruire pixel a pixel il modello numerico del terreno (DEM - *Digital Elevation Model*) con un accuratezza dell'ordine di alcuni metri.

Se la topografia è nota, il suo contributo alla fase interferometrica può essere eliminato con importante contributo nella determinazione dei moti crostali. Il residuo di fase interferometrica può essere messo in relazione a piccoli spostamenti relativi della superficie terrestre nella direzione del satellite. Nel caso dei satelliti ERS-1 ed ERS-2 dell'Agenzia Spaziale Europea, per esempio, uno spostamento relativo di 2,8 cm, cioè metà della lunghezza d'onda del sistema (5,6 cm), determina una variazione di fase interferometrica di 2p. Con coerenza elevata nella zona d'interesse, si possono misurare movimenti di pochi millimetri (Selezione da Rocca e Prati, 19…).

Sviluppi recenti

Ci si trova già di fronte a un notevole incremento del numero dei satelliti in orbita e soprattutto dei satelliti commerciali ad alta risoluzione. Le caratteristiche fondamentali di questi nuovi sistemi sono le elevate risoluzioni al suolo e passaggi più frequenti, con angoli di vista fino a 30°-45°.

Nel primo caso, ad esempio, i dati acquisiti nel pancromatico stanno passando da una risoluzione geometrica di 10 metri attuali a 3-0,61 metri; nel multispettrale, dai 20 metri attuali a 4 metri. L'accuratezza geometrica migliorerà notevolmente (tabella 4). I passaggi si evolveranno nel senso di una maggior frequenza di ripresa di una determinata area: da 44-16 giorni attuali, a 5-1 giorni.

Conclusioni

Gli strumenti descritti consentono quindi nell'ambito della Geomatica di affrontare gli studi del territorio in modo più spedito e soprattutto con acquisizioni ripetute nel tempo e aggiornabili in modo relativamente semplice perché in formato digitale, facilmente convertibili e riversabili in un sistema di elaborazione.

I Sistemi Informativi Territoriali e i Sistemi di Supporto alle Decisioni completano questo quadro consentento di accogliere, memorizzare, richiamare, tra-

TABELLA 3 - *Accuratezza geometrica di immagini pancromatiche orto-rettificate di satelliti commerciali ad alta risoluzione*

Satellite	*Risoluzione geometrica (m)*	*Accuratezza Spaziale (m)*	*Dimensione scena (km x km)*	*Stereoscopia*
IKONOS	1	2-7	11x11	si
QuickBird	0,61	2-7	6 x 6	si
Orb-View 1	1	2-7	8 x 8	si
EROS	1	2-7	12,5x12,5	si

sformare, rappresentare ed elaborare i dati georiferiti rilevati con tali strumenti e di creare scenari possibili attraverso la modellizzazione della realtà.

Approfondimenti

BRIVIO P.A., ZANI G., (1995), *Glossario Trilingue di Telerilevamento*, Ed. AIT, Firenze, 195 pp.

COLESANTI C., FERRETTI A., PRATI C., ROCCA F., (2001), *Il RADAR satellitare misura le deformazioni relative del terreno con precisione millimetrica*, Atti della 5° Conferenza ASITA, 9-12 ottobre 2001, Rimini, pp. XXXVII, vol. 2.

GOMARASCA, M.A., (1997), *Introduzione a Telerilevamento e GIS per la Gestione delle Risorse agricole e Ambientali*, Ed. AIT, 250 pp, 32 Tavole a colori.

GOMARASCA, M.A., (1998), *CD-ROM: Tecnologie per lo studio del territorio: strumenti operativi per le Amministrazioni Locali,* Ed. AIT.

LECHI G., (1999), *Dispense del Corso di Telerilevamento*, DIIAR, Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Milano, 290 pp.

RICHARDS J.A., (1986), *Remote Sensing Digital Image Analysis: an Introduction*, Springer-Verlag, Berlin.

SWAIN P.H., DAVIS S.M., (1978), *Remote Sensing: The Quantitative Approach*, Mc Graw-Hill Book Company, Parigi-New York.

IL PROGETTO «TERRITORIO SENZA CONFINI» UNA ESPERIENZA DIDATTICA PER LO STUDIO DEL TERRITORIO

IL PROGETTO «TERRITORIO SENZA CONFINI» UNA ESPERIENZA DIDATTICA PER LO STUDIO DEL TERRITORIO

Maurizio Pampaloni (*)

(*) Associazione Italiana di Cartografia.

Riassunto

Territorio senza confini vuole essere un progetto per diffondere e sperimentare nella scuola strumenti oggettivi di lettura e di analisi del territorio e dei GIS, quali cartografia, fotografie aeree ed immagini da satellite, come tecnologie a supporto delle didattiche interdisciplinari.
Dopo sette corsi di formazione ed aggiornamento per insegnanti delle scuole elementari e medie finalizzati allo studio del territorio e dell'ambiente e svolti nell'ambito del progetto, la relazione sostiene che occorre rivolgersi ai frequentatori con un linguaggio piano e non banale, essenziale e non sintetico, corredato il più possibile da documentazione concreta ed appropriata.
Tutto ciò per creare in loro il giusto interesse e la corretta terminologia da impiegare quando, in veste di insegnanti, tratteranno questi argomenti con gli alunni. Solo così facendo, si può provare a cancellare dall'uso comune il termine *cartina* e sostituirlo con *carta* o *cartografia*. Ciò per dimostrare di comprendere quanto lavoro intellettuale e tecnologico sta a monte dei prodotti cartografici, aerofotogrammetrici e telerilevati.

Abstract

Territorio senza confini *is a project to test objective instruments for reading and analyzing terrain, landscape and GIS as maps, aero photos and satellite images with technological support to assist interdisciplinary teaching methods.*
After seven courses addressed to elementary and secondary school teaching staff for studying territory and landscape, this paper recommends necessity to speak with simple and no commonplace words, essential and no synthetic topics with right and adapted documentation.
Those all for creating correct interest and exact terminology during the experimental lessons in class. Teachers must be prove to replace Italian word cartina *with* maps *and* charts *for demonstrating to have well understood how intellectual and technological job is present behind cartographic, aerophotogrammetric and remote sensing products.*

Il territorio e l'ambiente non possono essere il cavallo di battaglia di chi vuole affrontarne lo studio e la salvaguardia solo con argomentazioni politico-amministrative, ma devono essere convalidati dalla conoscenza e dall'uso della cartografia e dei suoi molteplici prodotti di analisi e di sintesi elaborati per temi di interesse.

La formazione in cartografia quindi va considerata la base per una collaborazione trasversale tra discipline prettamente ingegneristiche e discipline che riguardano le scienze umanistiche, quelle naturalistiche e statistiche non per operare una commistione tra le une e le altre, ma per prendere coscienza e quindi meglio rappresentare e studiare il sistema geografico nella sua globalità e complessità a qualunque scala esso venga affrontato o presentato.

Ecco che allora si possono pensare itinerari e strumenti didattici finalizzati allo studio ed alla salvaguardia del territorio e dell'ambiente, di diverso livello e grado di approfondimento, inseriti nei curricoli culturali e professionali di coloro che, con maggiore o minore attenzione, agiscono sull'organizzazione del territorio inteso sia come spazio assoluto (geometria degli oggetti) che relativo (interazione fra gli oggetti).

Questi itinerari e strumenti didattici possono essere indirizzati anche alla grande popolazione scolastica fin dalla scuola primaria e secondaria non solo per far acquisire il linguaggio più appropriato riguardante termini specifici, tecnologie, procedure e prodotti, ma anche per far conoscere l'utilizzazione delle moderne tecnologie e strumentazioni. Un esempio attuale ed immediato è rappresentato dai sistemi di navigazione installati nelle autovetture che, oltre comunicare informazioni sugli itinerari, possono fornire anche le chiavi di lettura del territorio circostante mediante la visualizzazione della base cartografica di riferimento.

Per addivenire ad una attiva presa di coscienza delle potenzialità contenute nei documenti cartografici, nelle foto aeree e nelle immagini da satellite occorre iniziare ad inculcare i concetti fondamentali della rappresentazione cartografica fin dalla scuola elementare dove il bambino acquisisce i primi concetti relativi allo spazio, posizionando gli oggetti che osserva intorno a sé quale primo approccio sulle relazioni esistenti fra gli oggetti stessi.

In questo quadro di riferimento è stato pensato e sostenuto dall'Associazione Italiana di Cartografia

(AIC) il progetto «*Territorio senza confini*».

Inizialmente il progetto, denominato «*Pianura senza confini*», fu avviato durante l'anno scolastico 1994-95 dal Centro di Documentazione, Informazione, Educazione ambientale e di ricerca sull'area Padana (CIDIEP), dall'Università degli Studi di Bologna con il Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo (CSSAS) e con il Dipartimento di Scienze dell'Educazione, dall'Università degli Studi di Parma con il Centro Italiano di Ricerca e Educazione Ambientale e con il Dipartimento di Storia, in accordo con i Ministeri dell'Ambiente e della Pubblica Istruzione, con la collaborazione dell'Istituto Geografico Mili-

tare e con il sostegno di istituzioni pubbliche e private.

Considerata l'efficacia dell'iniziativa maturata nelle scuole nel triennio 1995-98, il progetto, ampliato nei contenuti riportati nelle schede didattiche, fu denominato «*Territorio senza confini*» per sottolineare non solo le possibilità offerte dalla cartografia, dalle foto aeree e dalle immagini da satellite per approfondire le conoscenze su un territorio, ma anche l'oggettività del metodo di analisi e di sintesi fornito da questi strumenti che, se correttamente utilizzati, sono applicabili a qualunque tipologia di territorio.

Nel triennio 1998-2001, oltre i sostenitori e collaboratori sopra ricordati, hanno aderito al progetto altri organismi pubblici e privati tra cui il Ministero della Difesa e la Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali (ASITA) a dimostrazione dell'efficacia e concretezza del progetto stesso.

Il seminario, svoltosi a Bologna il 10 e 11 luglio 2002 e dedicato a «*Sistemi Informativi Geografici: ricerca, formazione, progettazione*», ha trattato anche della sperimentazione e diffusione nella scuola degli strumenti di lettura e di analisi del territorio e dei GIS come tecnologie a supporto delle didattiche interdisciplinari, in altre parole dei contenuti e delle esperienze che hanno come protagonista il progetto «*Territorio senza confini*».

Dopo aver prestato servizio per circa trenta anni all'Istituto Geografico Militare, ho aderito con entusiasmo all'invito rivoltomi dal prof. Gilmo Vianello a svolgere corsi di formazione ed aggiornamento per insegnanti delle scuole elementari e medie, finalizzati allo studio del territorio e dell'ambiente nell'ambito del progetto, dopo che negli anni precedenti avevo collaborato alla compilazione di alcuni argomenti sulla cartografia e sulle riprese aeree contenuti nelle schede didattiche di corredo al progetto.

L'opportunità offertami mi ha aperto la possibilità di entrare a diretto contatto con gli insegnanti della scuola dell'obbligo e delle superiori.

Tramite i Provveditorati agli Studi, si sono iscritti ai corsi insegnanti desiderosi di approfondire o almeno conoscere gli argomenti proposti in un programma articolato in quattro moduli settimanali di tre ore cadauno.

Il programma ha il seguente sviluppo:

- cartografia (1° e 2° modulo):
  - cenni di storia della cartografia;
  - forma e dimensioni della terra: geoide, ellissoide, sfera e piano;
  - generalità sulle proiezioni cartografiche con particolare riferimento alla proiezione UTM;
  - coordinate geografiche e chilometriche;
  - quote altimetriche, curve di livello e curve batimetriche;
  - classificazione delle carte per scala e per tipologia di contenuti informativi;
  - segni convenzionali;
  - toponomastica;
  - confronto fra cartografia storica ed attuale per individuare le trasformazioni avvenute su un territorio sia sotto l'aspetto morfologico che antropico.
- riprese aeree (3° modulo):

- tecniche delle riprese aerofotogrammetriche;
   - parametri metrici della fotografia aerea;
   - visione stereoscopica;
   - nozioni di fotointerpretazione.
- telerilevamento e banca dati geografici (4° modulo):
   - tecniche delle riprese multispettrali;
   - caratteristiche delle immagini da satellite;
   - utilizzazione di differenti tipologie di immagini ai fini dell'uso del suolo;
   - confronto tra immagini da aereo e da satellite e rappresentazione cartografica;
   - cenni sulla banca dati di un sistema informativo geografico.

Ogni argomento è stato illustrato da numerose diapositive e supportato da moltissime carte alle varie scale sia di base sia tematiche prodotte da enti cartografici di Stato e di Regioni e da privati, oltre che da strisciate aerofotogrammetriche su aree montuose e di pianura con varie tessiture del terreno e dall'ausilio di coordinatometri, scalimetri, bussole e stereoscopi al fine di dedicare almeno un'ora di ogni modulo settimanale ad esercitazioni applicative.

Solo con strumenti concreti, quali quelli prima menzionati, si possono approfondire o quanto meno apprendere le potenzialità degli stessi, specie se gli esercizi sono condotti su carte e foto aeree di zone del terreno familiari ai frequentatori, che si presentano, non lo dimentichiamo, non solo desiderosi di apprendere, ma soprattutto *volontari* nella partecipazione al corso. Questo aspetto del volontariato deve guidare lo spirito espositivo del relatore per creare in ogni caso il massimo interesse nell'esposizione degli argomenti, accompagnato dalla chiarezza del linguaggio, senza farsi prendere la mano da argomenti teorici o da espressioni matematiche, quasi sempre poco comprensibili per un uditorio di non specialisti.

La capacità espositiva del relatore si può concretamente valutare dalle defezioni riscontrabili dopo il primo/secondo incontro con i frequentatori che, non riscontrando argomenti da inserire nella propria attività didattica, non saranno interessati a sperimentare con i propri allievi gli strumenti di analisi e di lettura del territorio proposti, inficiando in tal modo la missione del progetto.

Altro aspetto importante è quello di evidenziare sempre la multisciplinarietà degli argomenti trattati, creando i legami tra le diverse discipline sia umanistiche che tecniche al fine di stimolare i frequentatori a favorire la trattazione di un tema comune da sviluppare con i propri allievi, attingendo alle varie materie di insegnamento. In altri termini stimolare gli insegnanti a creare dei piani di studio che, accanto ai fondamentali contenuti formativi propri della scuola, sviluppino anche aspetti di interesse specifico sul territorio collegati alle realtà locali.

Sotto questa prospettiva il progetto «*Territorio senza confini*» possiede e fornisce elementi fondamentali per acquisire, attraverso la lettura cartografica e telerilevata del territorio, conoscenza critica e coscienza consapevole dei problemi dell'ambiente.

Infatti dal confronto di carte a grande e media scala e da foto aeree/immagini da satellite realizzate in anni/stagioni diverse, si possono condurre indagini e trarre considerazioni sulla conflittualità derivante tra sviluppo urbanistico e sviluppo produttivo e di conseguenza valutare le trasformazioni inflitte all'ambiente dall'opera dell'uomo.

Altri aspetti che suscitano particolare interesse nei frequentatori sono quelli relativi ai segni convenzionali ed alla toponomastica, elementi talmente fondamentali da essere presenti anche nelle tipologie di cartografia più antica.

I segni convenzionali, oltre che fornire le chiavi di lettura degli oggetti rappresentati in una carta, costituiscono con i loro colori, spessori, forme e dimensioni il veicolo di comunicazione per eccellenza, che viene offerto ad un osservatore attento ed educato a recepire messaggi grafici quale è quello odierno. Le argomentazioni sui segni e disegni stimolano l'uditorio più di quanto si possa immaginare, poiché gli insegnanti della scuola, che dai disegni e dalla calligrafia possono interpretare caratteri ed inclinazioni dei propri alunni, sono molto sensibili a questo aspetto specifico e caratteristico della cartografia.

Anche la toponomastica incontra attenzione. Quando i frequentatori scoprono che si possono formulare considerazioni che coinvolgono l'aspetto storico di un territorio, l'interesse sale soprattutto se vengono portate ad esempio località a loro note, che nel corso dei secoli sono state oggetto di alterne vicende, quali conquiste, migrazioni, spartizioni, commerci e così via e che attraverso i toponimi molti di tali avvenimenti, che si leggono sui testi di storia, rivivono anche sui documenti cartografici. Per sottolineare l'importanza che la toponomastica riveste in campo internazionale è bene ricordare che i nomi dei luoghi hanno una valenza tale da essere oggetto di attenzione e studio anche da parte delle Nazioni Unite, che operano in questo settore con il Gruppo di Esperti sui Nomi Geografici (*United Nations Group of Experts on Geographical Names – UNGEGN*).

Quando si tratta di osservare le foto aeree con lo stereoscopio, dopo aver dato le indicazioni tecniche per la visione, l'uditorio si anima di curiosità e di partecipazione. Quasi sicuramente questo strumento di indagine e di studio del terreno non è quasi mai stato utilizzato e forse nemmeno conosciuto, anche da chi ha conseguito una laurea in geografia.

Questa disciplina è sempre stata considerata una cenerentola e di questo se ne lamentavano anche gli Editori del *Manuale completo di Geografia e Statistica per uso delle scuole classiche, normali e speciali del Regno d'Italia* del Prof. Luigi Schiapparelli pubblicato a Torino nel 1861 dalla Tipografia Scolastica di Sebastiano Franco e Figli. In una nota della prefazione gli Editori affermano: *Negli ultimi ordinamenti sulle scuole secondarie dell'anno passato venne dimenticato nel Corso classico l'insegnamento regolare della geografia moderna, del quale nei programmi ginnasiali e liceali si tace assolutamente. Vogliamo crederlo una mera dimenticanza, alla quale siamo convinti che si riparerà nel prossimo anno scolastico.*

Sono trascorsi più di 140 anni e la questione dell'insegnamento della geografia è ancora in forse!

Non parliamo poi dell'utilizzazione della cartografia, delle foto aeree e delle immagini da satellite, che è poco presente nei corsi di insegnamento della geografia, anche se i docenti della classe 39/A devono sostenere una prova pratica riguardante questi strumenti. Infatti il concorso a cattedra prevede che vengano trattati tre su sei dei seguenti argomenti:

- impiego delle carte topografiche e lettura di atlanti;
- uso dei principali strumenti speditivi di misura e di orientamento;
- lettura ed interpretazione di prodotti del telerilevamento;
- costruzione di diagrammi e cartogrammi relativi a fenomeni geografici;
- riconoscimento di minerali e fossili tra i più importanti;
- utilizzazione di sussidi audiovisivi didattici.

I miei primi corsi di aggiornamento li ho tenuti nella seconda parte dell'anno scolastico 1999-2000 nelle aree di competenza dei Provveditorati di Firenze e di Arezzo. Considerato il favorevole interesse dimostrato dai frequentatori e soprattutto l'assiduità nelle presenze, l'anno successivo 2000-01 ho esteso l'attività oltre che a Firenze e ad Arezzo anche a Siena e La Spezia.

Benché con il 2001 fosse terminata ufficialmente la sperimentazione del progetto, la Direzione Didattica di Castelnuovo Magra (SP) ha richiesto un corso di aggiornamento per insegnanti della scuola primaria del proprio Circolo da tenere tra febbraio e marzo del 2002.

Complessivamente nei sette corsi citati hanno partecipato circa 130 insegnanti di scuola elementare e media dislocati in tre province della Toscana ed in una della Liguria.

L'augurio che posso fare a chi si accinge a condurre altri corsi nell'ambito del progetto è di utilizzare un linguaggio piano ma non banale, essenziale ma non sintetico, corredato il più possibile da documentazione valida ed appropriata senza lasciare incertezze, al fine di creare nei frequentatori il giusto interesse ed la corretta terminologia per divulgare gli argomenti di base ai propri alunni, ma soprattutto per cancellare dall'uso comune il termine *cartina* e sostituirlo con *carta* o *cartografia*, non fosse altro per dimostrare di aver compreso quanto lavoro intellettuale e tecnologico sta a monte dei prodotti cartografici, aerofotogrammetrici e telerilevati.

A SCUOLA DI TERRITORIO, CARTOGRAFARE L'AMBIENTE

Proposta di progetto formativo ambientale per insegnanti delle scuole medie superiori della provincia di Torino.

AT TERRITORY SCHOOL, ENVIRONMENTAL MAPPING

Proposal of formative enviromental project for high school teachers in province of Turin

Antonella Pannocchia (*), Angelo Penon (**)

(*) ARPA Piemonte - Responsabile UOA Formazione - Area Formazione e Informazione.
(**) ARPA Piemonte - Responsabile Settore Sistema di Informazione Geografica - Area Formazione e Informazione

Riassunto

La proposta formativa «A SCUOLA DI TERRITORIO, CARTOGRAFARE L'AMBIENTE» rivolta ai docenti della provincia di Torino che hanno interesse a sviluppare percorsi didattici relativi alle tematiche ambientali, si configura come una risposta alle necessità riscontrate sia presso i docenti che presso gli studenti. Per poter trattare in maniera esaustiva gli argomenti abbiamo limitato la proposta a tre percorsi relativi alle matrici aria, acqua e allo studio del paesaggio. Ognuno dei tre percorsi è articolato in un modulo specifico (a scuola di territorio) ed in un modulo comune (cartografare l'ambiente).

Abstract

The formative proposal «AT TERRITORY SCHOOL, ENVIRONMENTAL MAPPING», is offered to teachers interested in developing didactic flows attaining environmental thematic as an answer to teacher's and students' needs.
In order to enable them to deal exhaustively with all the arguments we limited the proposal to three topics concerning air, water and study of landscape. Each of the three topics is articulated in a specific module (at territory school) and in a common module (environmental mapping).

Introduzione

Ruolo delle ARPA è quello di definire il quadro della situazione ambientale del territorio regionale evidenziandone emergenze e criticità, fornendo così il supporto tecnico necessario agli Enti competenti per l'attuazione di politiche strutturali e di eventuali interventi di risanamento, mitigazione e prevenzione.

Tale attività richiede una serie di conoscenze tecnico-scientifiche complete ed aggiornate che tengano conto non solo dello stato delle singole matrici ambientali (aria, acqua, suolo) ma anche delle complesse relazioni esistenti tra queste, nonché della relazione tra le matrici ambientali e gli organismi viventi.

Per poter organizzare i dati di conoscenza territoriale rendendoli «informativi» sulla situazione ambientale è necessario che tali dati vengono rappresentati attraverso la raccolta di indicatori che sono parametri rappresentativi, scientificamente validi, di interpretazione semplice ed agevole, capaci di indicare tendenze nel tempo e di facile reperimento. Tali indicatori, aggiornati periodicamente e riferiti al territorio attraverso l'utilizzo degli strumenti di referenziazione cartografica e geografica, consentono di effettuare delle sintesi conoscitive ed informative sullo stato ambientale e di elaborare informazioni significative, integrate ed accessibili ai soggetti decisori ad ogni livello, ai cittadini, alle associazioni di categoria etc.

La conoscenza dello stato dell'ambiente e del territorio è infatti la base fondamentale ed indispensabile per seguirne le evoluzioni nel tempo e per poter intervenire con gli strumenti di prevenzione, pianificazione e controllo necessari alla loro tutela e salvaguardia.

La metodologia di lavoro adottata dalle ARPA e dall'ANPA (Agenzia Nazionale Protezione Ambientale) e che consente la rappresentazione completa delle relazioni di casualità tra gli elementi che intervengono nelle analisi delle problematiche ambientali è quella definita nel modello: DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Response).

Il modello permette una struttura di riferimento generale ed un approccio integrato nei processi di reporting garantendo la confrontabilità dei dati reperiti sia a livello locale che nazionale o europeo nonché la rappresentazione dell'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano qualunque tema o fenomeno ambientale, attraverso una catena di relazioni di tipo causale.

Le Agenzie Regionali di Protezione Ambientale con la loro diffusione nazionale (tutte le Regioni hanno istituito la propria agenzia e si può pertanto parlare di sistema agenziale) ed una presenza capillarmente diffusa sul territorio (tutte le agenzie sono organizzate in dipartimenti provinciali e subprovinciali per poter effettuare studi e controlli capillari) detengono una conoscenza tecnico scientifica approfondita delle tematiche ambientali. Dispongono infatti di una consistente mole di dati e competenze che, tradotte in corretta informazione e conoscenza per i cittadini, gli insegnanti, le giovani generazioni possono validamente concorrere allo sviluppo di «cultura ambientale» attraverso l'educazione, la formazione, l'informazione e la sensibilizzazione alle problematiche dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile.

Con queste finalità l'ARPA intende inserirsi nel sistema locale di interesse ed attività relativamente alle problematiche di cui sopra non certo con volontà di competizione nei confronti degli altri soggetti che da tempo se ne occupano, bensì come elemento di arricchimento ed integrazione rispetto alle metodologie

MODELLO D.P.S.I.R

D = Driving force = Determinanti o Forze Determinanti Attività e comportamenti umani derivanti da bisogni individuali, sociali, economici, stili di vita, processi produttivi e di consumo da cui originano pressioni sull'ambiente

P Pressure = Pressioni Pressioni esercitate sull'ambiente in funzione delle determinanti, cioè delle attività e dei comportamenti umani

S = States = Stati Qualità e caratteri dell'ambiente e delle risorse ambientali che possono essere messi in discussione dalle pressioni, qualità considerate come valori (fisici, chimici, biologici, naturalistici, testimoniali, paesaggistiche, economiche) che occorre tutelare e difendere

I = Impacts = Impatti Cambiamenti significativi dello stato dell'ambiente che si manifestano come alterazioni negli ecosistemi, nella loro capacità di sostenere la vita, la salute umana, le perfomance sociali ed economiche

R = Response = Risposte Azioni di governo attuate per fronteggiare gli impatti indirizzate nei confronti di una qualsiasi componente DPSIR. Oggetto della risposta può essere una determinante, una pressione, uno stato, un impatto ma anche una risposta pregressa da correggere. Le risposte possono assumere la forma di obiettivi, di target, di programmi, di piani di finanziamento, di interventi, di priorità

ARPA NON COMPETENTE | **ARPA COMPETENTE**

ed agli argomenti oggetto di attività, ispirandosi al concetto di sistema formativo integrato che rappresenta una delle principali acquisizioni della più recente riflessione in materia di riorganizzazione dell'educazione della pedagogia italiana ed europea del nostro tempo.

Le metodologie di lavoro cui sopra si accennava costituiscono inoltre una garanzia per assicurare la conoscenza del proprio ambiente e territorio utili a sviluppare il senso di radicamento e di appartenenza ad esso, a fornire le competenze e le conoscenze necessarie per studiare, capire, interpretare i fenomeni di evoluzione della situazione ambientale tenendo conto che la cultura ambientale non deve configurasi come disciplina aggiuntiva alle tradizionali discipline scolastiche, ma piuttosto come integrazione dei contenuti e dei «saperi» di tutte le discipline finalizzata alla conoscenza, alla comprensione, al governo dei fenomeni che afferiscono l'ambiente cioè allo sviluppo di una cultura ambientale.

La collaborazione tra Enti, Istituzioni, Associazioni, permette di costruire un modello interistituzionale e sociale di intervento che, oltre a facilitare l'acquisizione di un linguaggio comune, garantisca la multidisciplinarietà, il legame con il territorio che diventa legame con la comunità locale e con chi tutti i giorni lavora nell'ambiente per l'ambiente, l'approccio sistemico dei progetti.

Analisi delle necessità formative

Negli anni passati l'ARPA ha iniziato un rapporto di collaborazione con il mondo della scuola attraverso il CESEDI (Centro Servizi Didattici della Provincia di Torino), realizzando percorsi formativi su tematiche ambientali rivolti a docenti delle Scuole Medie Superiori. I corsi hanno riguardato principalmente i temi della qualità dell'aria, dell'inquinamento elettromagnetico e degli organismi geneticamente modificati ed erano volti ad incrementare la quantità e la qualità delle conoscenze/competenze tecniche degli insegnanti relativamente ai temi sopra citati.

Nell'ambito di questa attività più volte gli insegnanti hanno espresso la necessità di collaborazione da parte dell'ARPA nella messa a punto di metodologie di lavoro attraverso le quali, forti del bagaglio di conoscenze acquisito durante i corsi, implementare percorsi didattici/formativi nelle loro classi.

Nell'anno corrente, in collaborazione con la Provincia di Torino, oltre ai tradizionali corsi di base rivolti agli insegnanti è stato richiesto agli studenti degli istituti superiori della provincia di rispondere ad un questionario relativo alla percezione del rischio, in particolare riferito alla valutazione della qualità dell'aria.

Il questionario è stato elaborato dall'ARPA in collaborazione con esperti sociologi, psicologi dell'età evolutiva ed esperti di comunicazione del rischio,è stato proposto ad un campione di circa 1600 studenti, rappresentativo della popolazione studentesca delle scuole medie superiori di Torino e provincia allo scopo di :

a) effettuare una valutazione generale delle conoscenze inerenti le tematiche

ambientali nella fascia di età adolescenziale, con particolare riferimento alla matrice aria;

b) analizzare la percezione soggettiva del rischio ambientale e dei rischi correlati percepiti, in funzione della residenza, dell'età, della tipologia di istruzione;
c) elaborare una mappa della qualità dell'aria così com'è percepita tra gli studenti delle Scuole Medie Superiori della Provincia di Torino;
d) saggiare l'interesse dei ragazzi a sviluppare in classe tematiche relative ai temi ambientali;
e) saggiare l'interesse dei ragazzi ad intraprendere dei percorsi di ricerca-studio relativamente alle tematiche ambientali.

Nonostante la valutazione di dettaglio dei risultati dell'indagine sia ancora in corso (i dati definitivi saranno resi noti durante una conferenza stampa ed un convegno, previsti nell'autunno del 2002 tuttavia i risultati preliminari indicano:

- scarsa conoscenza delle tematiche ambientali nella popolazione scolastica esaminata
- sensibilità, interesse ed attenzione ai temi della qualità ambientale
- percezione del rischio alterata rispetto alla reale entità di esso e molto influenzata dalle modalità di trattazione e spazio con la quale i media affrontano tali argomenti
- disponibilità a dedicare alcune ore settimanali di lezione (anche aggiuntive rispetto al normale orario scolastico) per l'approfondimento dei temi ambientali.

Proposta di progetto formativo ambientale per insegnanti delle scuole medie superiori della provincia di Torino

La proposta formativa **«a scuola di territorio», «cartografare l'ambiente»** rivolta ai docenti che hanno interesse a sviluppare percorsi didattici relativi alle tematiche ambientali, si configura come una risposta alle necessità riscontrate. L'attuale proposta di tre percorsi relativi alle matrici aria e acqua e allo studio del paesaggio è articolata in un modulo specifico (a scuola di territorio) ed in un modulo comune (cartografare l'ambiente) che costituiranno la base per lo sviluppo del modulo applicativo.

Modulo «a scuola di territorio »

La proposta formativa rivolta agli insegnanti si basa sull'acquisizione della metodologia DPSIR. L'utilizzo di tale metodo prevede lo studio delle fonti di pressione (ad esempio se lo studio è rivolto alla qualità delle acque, si dovrà procedere ad una campagna di monitoraggio dei corsi d'acqua presenti; in alternativa si possono ricercare i dati in possesso degli Enti preposti al controllo....), per poi quantificarle all'interno del territorio considerato. Sullo stesso territorio si studierà lo stato della componente ambientale considerata attribuendo a ciascuna di esse il valore di carico di pressione esercitato sul territorio in esame (n° di abitanti, m^2 occupati dall'edificato,. n° di turisti all'anno, ecc..). Gli eventuali impatti indotti dalle pressioni esistenti saranno inseriti per capire

gli scenari futuri della risorsa considerata. Si potranno a questo punto esaminare possibili risposte atte a modificare i comportamenti e di conseguenza le pressioni sull'ambiente in modo da riportare, se fosse necessario, la qualità della componente ambientale esaminata a livelli accettabili. Prerequisito per l'acquisizione di tale metodologia sarà la conoscenza delle fondamentali nozioni sulla matrice in esame (caratteristiche della matrice aria, acqua, e del paesaggio, metodi di studio, di monitoraggio e di controllo, principali inquinanti e loro caratteristiche etc.

Il paesaggio è tema sovente di difficile comprensione, per insegnanti ed allievi, qualora si proceda, dal generico apprezzamento o da un'attribuzione di sgradevolezza, all'individuazione delle motivazioni che conducono a tali giudizi o al vissuto di particolari sensazioni nei confronti di un determinato paesaggio.

Comprendere le relazioni ed i rapporti etologici e spaziali dell'uomo nelle sue interazioni con le manifestazioni delle componenti biotiche ed abiotiche, può essere utile stimolo all'osservazione ed alla lettura del paesaggio nonché momento propedeutico alla successiva costruzione o condivisione di indicatori di pregio e/o criticità od all'individuazione di ambiti pianificatori di tutela.

Obiettivo del corso è fornire agli insegnanti un percorso concettuale con cui affrontare, in modo semplice ma esaustivo le tematiche paesistiche, cercando di individuare gli elementi di riconoscibilità delle diverse tipologie compositive così come la presenza di beni e siti a valenza storico-documentaria ed etnografica, in particolare di quelli, estremamente ricchi ed interessanti per un'analisi moderna e multifunzionale, relativi agli ambiti dei paesaggi rurali con caratteri di permanenza. Tutti i dati relativi allo studio saranno riportati sulle carte tecniche alle diverse scale di dettaglio al fine di realizzare cartografie di analisi e studio settoriale.

Il modulo «a scuola di territorio» è specifico per le diverse matrici :

- ❑ ANALISI E LETTURA TERRITORIALE DI DATI AMBIENTALI RELATIVI AI CORPI IDRICI SUPERFICIALI (scheda 1)

- ❑ ANALISI E LETTURA TERRITORIALE DI DATI AMBIENTALI SULLA MATRICE ARIA (scheda 2)

- ❑ ANALISI E LETTURA DEL PAESAGGIO E DELLE SUE DINAMICHE EVOLUTIVE (scheda 3)

Modulo «cartografare l'ambiente»

Dopo l'acquisizione degli strumenti cognitivi necessari alla «diagnosi ambientale» è necessario fornire gli insegnanti di strumenti di localizzazione territoriale degli impatti e delle pressioni attraverso l'acquisizione di dimestichezza con i necessari elementi di cartografia e telerilevamento e l'eventuale utilizzo di sistemi informativi geografici.

Dato che tali strumenti sono applicabili a qualunque percorso di studio del territorio a fini storici, naturalistici, ambientali, il modulo **«cartografare l'am-**

biente» è comune a tutti e tre i percorsi (modulo 4).

Il modulo ha inoltre anche validità fine a se stessa e può essere utilizzato come tale (con eventuali ulteriori approfondimenti tramite moduli specialistici) per insegnanti che vogliano applicarlo anche a tematiche diverse dallo studio dell'ambiente.

L'utilizzo degli elementi di cartografia e telerilevamento in classe risulta inoltre utile al fine di:

- rendere la cartografia uno strumento *dinamico* in grado di essere corretto, integrato, aggiornato utilizzando immagini aereofotografiche o attraverso rilievi specifici (georeferenziazione);
- stimolare la capacità di tradurre gli elementi e gli oggetti riconosciuti in termini quantitativi (calcolo di superfici e di volumi)
- consentire rapporti e incroci tra tematiche diversamente significative in funzione del contesto ambientale in cui lo studente vive
- consentire allo studente di acquisire le chiavi di decodificazione delle carte permettendo la lettura e la comprensione delle diverse espressioni grafiche, quali la simbologia e la toponomastica, e di interpretare gli *oggetti* presenti su un'immagine fotografica riconoscendone la corrispondenza reale
- costituire all'interno della scuola una raccolta sistematica ed aggiornata di dati cartacei, numerici e bibliografici, che nel loro insieme originano una *banca dati* di cui usufruirà l'intera comunità scolastica nel tempo, rappresenta l'avvio di un sistema informativo territoriale

Tutti i dati relativi alle varie fasi dello studio (localizzazione delle pressioni, dello stato e degli impatti, dovranno essere georiferiti per poterli elaborare ed integrare su base territoriale per realizzare cartografie di analisi e studio settoriale nonché carte di qualità della risorsa in esame. Lo strumento cartografico renderà inoltre immediatamente visualizzabili ed interrelabili gli studi di scenario. Cartografia, telerilevamento e sistemi informativi territoriali sono infatti strumenti che possono essere applicati a qualunque percorso di studio del territorio.

Modulo applicativo

I docenti, acquisite, attraverso la frequenza ai corsi, le nozioni di base sulle tematiche ambientali, nonché gli strumenti cartografici ed informativi utili alla rappresentazione dei dati, saranno in grado di leggere ed analizzare il territorio e l'ambiente mediante gli strumenti di analisi territoriale e di applicarli nelle classi allo studio di problematiche specifiche.

Pertanto successivamente si passerà alla fase di progettazione di casi-studio che i docenti proporranno alle loro classi e realizzeranno con i loro allievi.

Le esperienze pilota potrebbero essere su uno o più dei seguenti argomenti :

- Studio della capacità di carico di un sistema idrico
- Studio della capacità di carico da traffico veicolare rispetto alla qualità dell'aria di una certa zona urbana o suburbana
- metodologie di studio relative alla rea-

lizzazione di opere e strutture (scuole, impianti sportivi, TAV) etc

Tale approccio porterà gli studenti a riscoprire autonomamente e consapevolmente con metodo oggettivo la realtà del territorio in cui vivono attraverso la rappresentazione della situazione ambientale basata sulla raccolta ed elaborazione degli indicatori prioritari da loro stessi raccolti e rappresentati.

In questa fase il ruolo di ARPA sarà essenzialmente oltre a quello di coprogettazione anche quello di consulenza e assistenza tecnica. Le classi dovranno lavorare per loro conto con i docenti e l'ARPA fungerà da struttura di supporto, integrazione e validazione dati. I lavori verranno conclusi a maggio con la loro presentazione in una iniziativa pubblica a favore delle scuole e la progettazione di eventuali attività e collaborazioni per l'anno scolastico 2003-2004.

SCHEDA 1

1. ANALISI E LETTURA TERRITORIALE DI DATI AMBIENTALI RELATIVI A CORPI IDRICI SUPERFICIALI

MODULO A SCUOLA DI TERRITORIO (1)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
1°	Caratteristiche dei corpi idrici superficiali, cause di inquinamento, danni economici, possibili danni alla salute e agli ecosistemi
2°	Controllo e monitoraggio della qualità delle acque, Enti di controllo e pianificazione e loro ruolo
3°	Pianificazione e strategie di monitoraggio
4°	Analisi degli indicatori di stato, pressione e impatto per le componenti ed i sistemi ambientali
5°	Qualità ambientale (indici sintetici)

MODULO COMUNE CARTOGRAFARE L'AMBIENTE (4)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
5 INCONTRI	**Importanza della cartografia, del telerilevamento e dei sistemi informativi territoriali nella programmazione didattica** Proiezioni geografiche. Coordinate geografiche e chilometriche. Punti quotati. Curve di livello. Precisione dei dati su i supporti cartografici. *Esercitazioni: orientamento delle carte, determinazione della quota e delle coordinate di elementi cartografici*
	Cartografia di base e tematica Tipologia dei contenuti cartografici. Carte geografiche, corografiche e topografiche. Carta tecnica Regionale, provinciale e comunale. Cartografia catastale. Ortofotocarte. Cartografia tematica elementare. Morfologia e idrografia di superficie. Uso del suolo. *Esercitazioni: costruzione di carte dell'uso del suolo*
	Gestione di dati ambientali Dati ambientali. Acquisizione e gestione di dati numerici. Strutturazione di archivi numerici. Banche dati ambientali. Elaborazioni statistiche di dati ambientali. *Esercitazioni: strutturazione di una banca dati ambientali*
	Sistemi Informativi Territoriali Dato e informazione geografica. Metadata. Database geografici. Hardware e software GIS. Analisi spaziale, le tecniche di visualizzazione e di restituzione. *Esercitazioni: Analisi delle trasformazioni dell'uso del territorio (confronti temporali)*
	Telerilevamento Fotografia aerea. Caratteristiche. Visione stereoscopica. Immagini satellitari Caratteristiche. Ambiti applicativi *Esercitazioni: fotointerpretazione e trattamento/classificazione di immagini su ambiti territoriali significativi*

COMPLESSIVI 10 INCONTRI DA 3 ORE CIASCUNO

SCHEDA 2

2. ANALISI E LETTURA TERRITORIALE DI DATI AMBIENTALI RELATIVI ALLA MATRICE ARIA

MODULO A SCUOLA DI TERRITORIO (2)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
1°	Caratteristiche dell'aria, cause di inquinamento, danni economici, possibili danni alla salute e danni ambientali
2°	Controllo e monitoraggio della qualità delle acque, Enti di controllo e pianificazione e loro ruolo
3°	Elettromagnetismo ed elettrosmog
4°	Pianificazione e strategie di monitoraggio
5°	Analisi degli indicatori di stato, pressione e impatto per le componenti ed i sistemi ambientali
6°	Qualità ambientale (indici sintetici)

MODULO COMUNE CARTOGRAFARE L'AMBIENTE (4)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
5 INCONTRI	**Importanza della cartografia, del telerilevamento e dei sistemi informativi territoriali nella programmazione didattica** Proiezioni geografiche. Coordinate geografiche e chilometriche. Punti quotati. Curve di livello. Precisione dei dati su i supporti cartografici. *Esercitazioni: orientamento delle carte, determinazione della quota e delle coordinate di elementi cartografici*
	Cartografia di base e tematica Tipologia dei contenuti cartografici. Carte geografiche, corografiche e topografiche. Carta tecnica Regionale, provinciale e comunale. Cartografia catastale. Ortofotocarte. Cartografia tematica elementare. Morfologia e idrografia di superficie. Uso del suolo. *Esercitazioni: costruzione di carte dell'uso del suolo*
	Gestione di dati ambientali Dati ambientali. Acquisizione e gestione di dati numerici. Strutturazione di archivi numerici. Banche dati ambientali. Elaborazioni statistiche di dati ambientali. *Esercitazioni: strutturazione di una banca dati ambientali*
	Sistemi Informativi Territoriali Dato e informazione geografica. Metadata. Database geografici. Hardware e software GIS. Analisi spaziale, le tecniche di visualizzazione e di restituzione. *Esercitazioni: Analisi delle trasformazioni dell'uso del territorio (confronti temporali)*
	Telerilevamento Fotografia aerea. Caratteristiche. Visione stereoscopica. Immagini satellitari Caratteristiche. Ambiti applicativi *Esercitazioni: fotointerpretazione e trattamento/classificazione di immagini su ambiti territoriali significativi*

COMPLESSIVI 11 INCONTRI DA 3 ORE CIASCUNO

SCHEDA 3

1. ANALISI E LETTURA DEL PAESAGGIO E DELLE SUE DINAMICHE EVOLUTIVE

MODULO A SCUOLA DI TERRITORIO (3)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
1°	Analisi multidisciplinare del paesaggio e dell'ambiente regionale
2°	Metodologia operativa di utilizzo degli elementi temporali e diacronici della storia del paesaggio
3°	Individuazione cartografica (nell'ambito di una applicazione) delle forme visuali e delle strutture-guida del paesaggio, dei beni documentari storico-etnografici e dei paesaggi rurali con caratteri di permanenza
4°	Individuazione cartografica (nell'ambito di una applicazione) delle forme visuali e delle strutture-guida del paesaggio, dei beni documentari storico-etnografici e dei paesaggi rurali con caratteri di permanenza

MODULO COMUNE CARTOGRAFARE L'AMBIENTE (4)	
Incontri	*ARGOMENTI TRATTATI*
5 INCONTRI	**Importanza della cartografia, del telerilevamento e dei sistemi informativi territoriali nella programmazione didattica** Proiezioni geografiche. Coordinate geografiche e chilometriche. Punti quotati. Curve di livello. Precisione dei dati su i supporti cartografici. *Esercitazioni: orientamento delle carte, determinazione della quota e delle coordinate di elementi cartografici*
	Cartografia di base e tematica Tipologia dei contenuti cartografici. Carte geografiche, corografiche e topografiche. Carta tecnica Regionale, provinciale e comunale. Cartografia catastale. Ortofotocarte. Cartografia tematica elementare. Morfologia e idrografia di superficie. Uso del suolo. *Esercitazioni: costruzione di carte dell'uso del suolo*
	Gestione di dati ambientali Dati ambientali. Acquisizione e gestione di dati numerici. Strutturazione di archivi numerici. Banche dati ambientali. Elaborazioni statistiche di dati ambientali. *Esercitazioni: strutturazione di una banca dati ambientali*
	Sistemi Informativi Territoriali Dato e informazione geografica. Metadata. Database geografici. Hardware e software GIS. Analisi spaziale, le tecniche di visualizzazione e di restituzione. *Esercitazioni: Analisi delle trasformazioni dell'uso del territorio (confronti temporali)*
	Telerilevamento Fotografia aerea. Caratteristiche. Visione stereoscopica. Immagini satellitari Caratteristiche. Ambiti applicativi *Esercitazioni: fotointerpretazione e trattamento/classificazione di immagini su ambiti territoriali significativi*

COMPLESSIVI 9 INCONTRI DA 3 ORE CIASCUNO

INNOVAZIONE NELLA DIDATTICA E NELLA RICERCA

INNOVATION IN THE DIDACTIC AND IN THE RESEARCH

Giuseppe Scanu (*)

(*) Università di Sassari, Presidente dell'Associazione Italiana di Cartografia.

Riassunto

L'autore affronta il problema della formazione universitaria nel campo della cartografia e dei sistemi informativi geografici in relazione allo scenario nazionale, scientifico e formativo.

Abstract

The authors deals the problem of the university education in the field of cartography and geographical information system and weights some theories for innovation in the didactic and research.

Siamo tutti consapevoli del momento delicato che sta vivendo il mondo dell'istruzione in genere, dalle scuole di base, che lasceranno il posto ai cicli, all'università, anch'essa adeguatasi ai percorsi formativi strutturati su più livelli. Si sta cercando di «modernizzare» il sistema dell'istruzione, di renderlo più adeguato a quello europeo laddove, com'è noto, uno dei punti cardine è la possibilità offerta ai giovani, dopo un percorso obbligatorio, di scegliere il momento in cui inserirsi nel mondo del lavoro partendo da livelli di formazione, culturale o professionale, differenziati.

Processo non certo facile, poiché occorre tenere conto di situazioni storiche consolidate, difficili da rimuovere, basate su una classe di insegnanti che non sono preparati ad assorbire di colpo tali innovazioni, forte di un *sistema doppiamente strutturato* e difficilmente interconnettibile che da una parte comprende l'istruzione e dall'altra la formazione professionale, con l'accesso all'università consentito solo nel primo caso. Ci si sta avviando, infatti, verso una doppia proposta formativa: della istruzione e della formazione professionale, ovvero una duplice possibilità con pari dignità che impedisca il definirsi di situazioni di serie inferiore, come finora è stata considerata quella professionale, riformando strutturalmente quest'ultima in modo da offrire ai giovani più ampie prospettive di inserimento nel mondo del lavoro. Il

nuovo sistema formativo che in questo periodo sta iniziando a vedere la luce, consentirà l'accesso ad una istruzione superiore che proprio ora, invece, sta muovendo i primi passi. La nuova università, contrariamente alle consolidate e invidiate lauree quadriennali o quinquennali che hanno storicamente rappresentato un momento di formazione culturale di amplissima potenzialità e di riferimento di percorsi di specializzazione da determinarsi successivamente con l'ingresso nel mondo del lavoro o con scelte di indirizzi di studio professionalizzanti, prevede una preparazione culturale-professionale su più livelli, variamente strutturata e tale da esaudire richieste formative ben più ampie, adatte ad un mercato del lavoro che si prospetta sempre più flessibile e dinamico. L'offerta di formazione culturale viene così ad assumere i connotati di un sistema che propone diversi momenti di formazione, con un minimo di tre anni per la laurea, alla laurea specialistica, con altri due anni, al dottorato di ricerca, al master, in cui conta il numero di crediti formativi acquisiti attraverso insegnamenti impartiti su percorsi curricolari stabiliti in funzione di obiettivi prefissati, idonei a soddisfare specifiche esigenze di mercato.

Una trasformazione che, per il modo in cui è stata proposta e si sta realizzando, impone decisamente delle serie riflessioni non solo da parte di chi deve garantire la formazione o da chi si appresta a riceverla, ma soprattutto dal sistema esterno a questo percorso che è anche il suo più diretto beneficiario: il mondo del lavoro e dell'organizzazione sociale. E' però necessario rilevare che in questa nuova impostazione del sistema educativo, che costituisce il substrato dello sviluppo di una moderna società, non è stata assegnata adeguata importanza alla ricerca scientifica, privata drasticamente di fondi e di cui si stanno addirittura cercando di scardinare i suoi pilastri più importanti nel nome di un miglioramento funzionale ancora da definire. Ne sono esempio il recente commissariamento del CNR, l'accorpamento di istituti di ricerca specifici, la soppressione di centri specializzati e localizzati, ecc. Si sta inoltre cercando di imporre una maggiore attività didattica nonostante le forti perplessità del mondo accademico, preoccupato di un possibile decadimento della stessa qualità degli insegnamenti in quanto viene limitata la possibilità di implementare e basare la proposta formativa sui risultati delle ricerche scientifiche che hanno, almeno finora, sempre distinto la formazione universitaria da quella dei licei. All'autonomia universitaria, ormai divenuta realtà eclatante nel nostro sistema scolastico di eccellenza, va il merito dell'adeguamento dell'offerta formativa alle richieste provenienti in genere dal territorio su cui gravitano i vari Atenei, alcuni dei quali hanno stabilito di ampliare e segmentare non solo i cicli di formazione, o i curricula, pure inseriti all'interno delle 105 classi di laurea, oltre quelle dell'area sanitaria, ma anche i centri di attività didattica con delocalizzazione delle sedi di svolgimento degli stessi corsi, nell'idea di una non ancora collaudata e per certi versi discutibile diffusione geografica della cultura. Autonomia che però, almeno finora, manifesta difficoltà nell'intervenire ed incide-

re positivamente sull'aspetto cardine non solo del mondo dell'istruzione, della formazione e della cultura in genere, bensì sul sistema su cui si basa lo sviluppo della stessa società occidentale: il potenziamento ed il rilancio della ricerca scientifica, per la didattica, per la cultura, per le imprese, per il territorio.

E mentre appare con sempre maggiore determinazione l'intenzione di separare la ricerca dalla formazione superiore, con l'ipotesi di basarla su una parte cospicua di finanziamento privato legato in particolare all'industria, di certo si assiste ad una consistente riduzione dei fondi ad essa destinati soprattutto se si osserva l'andamento delle relative percentuali di incidenza sul PIL nazionale, sempre più interessate da tagli ed aggiustamenti, forse perché una delle voci di più ampia flessibilità per consentire un rapido assestamento dei conti dello stato. Attualmente la percentuale di PIL destinato alla ricerca è dello 0,6%; secondo le intenzioni del Governo dovrebbe però essere portato ben presto all'1% e raggiungere il 3% entro il 2010, sulla base di accordi Ue. All'interno di questo non semplice scenario, vieppiù complicato da localismi che per quanto legittimi hanno comunque prodotto un assottigliamento dei cardini sui quali è stato finora impostata la cultura universitaria, nonostante stravolta in più riprese dalla riforma (ad esempio la L. 382/80) poi corretta da leggi e decreti legislativi al limite della controriforma, viene a porsi anche il problema della formazione mirata e specifica di giovani da inserire nel mondo produttivo dei nostri campi di interesse, della cartografia e dei sistemi informativi geografici.

Ovvero quale innovazione può essere consentita, nella formazione, quindi nella didattica e nella ricerca, a un settore, quello della cartografia in genere, legato alla conoscenza del territorio e dell'ambiente in particolare che sappiamo essere, per certi versi, in difficoltà anche se, paradossalmente, dal punto di vista della utilizzazione e dell'attenzione che ad essa viene riservato dalla nostra società è invece uno dei campi di lavoro e di utilizzo più diffuso. Si potrebbe addirittura affermare che il mondo delle rappresentazioni e delle immagini della terra gode di un periodo di buona salute e con notevoli prospettive di sviluppo. Già il fatto di poter rafforzare la presenza della cartografia o delle discipline che ad essa sono direttamente collegate nell'amplissimo arco della proposta formativa maturata in seguito alla riforma universitaria, può essere di per sé considerato innovazione nella didattica. È noto il numero rilevante dei corsi e dei curricula attivati all'interno delle 105 classi di laurea oltre, come detto, quelli dell'area sanitaria che però sono di scarso interesse ai nostri fini anche se alcune discipline mediche si servono proprio della cartografia e dei G.I.S. per osservare e studiare la diffusione di determinate patologie ed i loro rapporti con i caratteri dell'ambiente. Di recente sono stati infatti resi noti il numero e l'elenco dei corsi di laurea attivati per ognuna delle classi, per città e per università. Nell'anno accademico 2001-2002 (per quello in corso non si hanno ancora dati definitivi) hanno debuttato, praticamente in tutti gli atenei, circa 2.800 nuovi corsi

triennali, per oltre 1.200 denominazioni diverse mentre le lauree specialistiche, a partire dall'anno accademico 2002-2003, dovrebbero assommare a 2.167 proposte complessive. Un'offerta di enorme segmentazione cui è affidata la preparazione futura dei nostri giovani e la loro qualificazione per essere direttamente inseriti nel mondo del lavoro, in funzione del livello formativo prescelto: un futuro che si presenta estremamente differenziato e forse eccessivamente articolato laddove, ogni singola o particolare esigenza o richiesta specifica sembra disporre di una risposta mirata in termini di preparazione selezionata che tra breve si avvarrà anche di un rinnovato ciclo formativo di base. Un futuro su cui incombono però delle nubi oscure e minacciose pronte ad esplodere e limitare, se non annullare, molti dei vantaggi legati proprio alla riforma, come quella relativa al mancato supporto economico e finanziario della ricerca scientifica.

Ritornando al tema di questo contributo, il primo aspetto nella innovazione della didattica e della ricerca riferita alla cartografia, ovviamente intesa in senso molto ampio, è quindi proprio quello, prioritario, almeno a mio parere, dell'attivazione dell'insegnamento della disciplina; segue quello inerente alla disponibilità di fondi per effettuare ricerche e, ovviamente, di ricercatori che se ne vogliano occupare. Il contenuto della parola innovazione, va cercato nel fatto che la cartografia (a parte quella più strettamente tecnico-ingegneristica della facoltà di architettura e ingegneria e/o di tipo progettuale) volta alla rappresentazione del territorio, a grande o piccola scala, geografica o di dettaglio, di sintesi o di inventario, generale o tematica, non è certo frequente nei vari curricula o nelle classi di laurea, così come in precedenza non abbondava negli ordinamenti degli studi in quanto limitata alla sola facoltà di lettere, raramente in maniera autonoma ma di solito compresa all'interno di altre discipline, come parte specifica di programma (ad esempio geografia), oppure a qualche altra facoltà, come scienze naturali o agraria. Occorre comunque prendere atto che la cartografia, con le sue varie oggettivazioni (tematica, storica, ecc.) è una disciplina che può essere inserita nei vari curricula delle facoltà che sostanzialmente si occupano di cultura, di ambiente e di territorio, quindi nell'area delle scienze umane, naturali, ambientali, economiche, dell'architettura e ingegneristiche, o come disciplina a sé stante, così come contenuta nei vari gruppi disciplinari previsti dal decreto ministeriale del 23 giugno 1997 n. 152. In alternativa può anche essere prevista come modulo integrato all'interno dei vari corsi, finalizzati a soddisfare le esigenze dei percorsi formativi previsti dai curricula specifici; l'insegnamento di sistemi informativi geografici o territoriali trova invece molteplici e ben più ampie collocazioni all'interno di questi gruppi, indice di esigenze formative e problematiche differenziate ma soprattutto legato all'avvento dell'era informatica. Il concetto vero della parola innovazione, strutturale e metodologica, è però insito nel superamento della dicotomia esistente tra l'insegnamento e lo studio della cartografia a livello universitario da una

parte e l'utilizzazione della stessa cartografia nella società dall'altra, non solo nei settori o nelle aree di interesse prima citate ma anche in tutti quei settori dove la carta può inserirsi come un vero e proprio mezzo di documentazione e informazione territoriale di massa. Occorrerebbe, in questo contesto, soffermarsi proprio sul concetto della innovazione nella didattica che non può prescindere dall'utilizzo del linguaggio spaziale come sistema di informazione altamente persuasivo, laddove l'espressività simbolica si sostituisce alla comunicazione verbale o scritta, dalla cui applicazione discende una più significativa conoscenza. Una innovazione profonda e strutturata, in pratica, possibile a patto che possano verificarsi alcune condizioni. In primo luogo l'assunzione, da parte di chi è preposto all'insegnamento delle discipline territoriali, dei principi basilari della cartografia, delle potenzialità insite nel suo linguaggio e dei problemi connessi con la semiotica, con la percezione. Evidentemente ciò non significa che tutti debbano divenire cartografi né tantomeno professori di cartografia; è sufficiente partire da una corretta riconsiderazione del mondo cartografico, rivederlo alla luce della sua vera essenza che è anche paridgmatica, ossia dotato di problematica scientifica e che come tale richiede conoscenza (sia pure minimale), cultura, tecnica, propensione. La carta deve cioè essere rivisitata in termini di «sistema» scientifico e culturale con cui aprire alla didattica del territorio, innovando pertanto la proposta formativa, ma anche come strumento di ricerca scientifica e oggetto stesso della ricerca.

Un percorso che, tutto sommato, appare proponibile poiché ognuno dei formatori che gravita su queste aree, con il proprio carico di esperienze culturali e di bagaglio didattico meditato, può essere in condizioni di affrontare e risolvere al meglio tale problema, per altro già ampiamente presente nel loro mondo se, come è facilmente presumibile, conoscono i sistemi informativi territoriali. L'utilizzo dei G.I.S., infatti, richiede implicitamente l'utilizzo anche della cartografia, o comunque di una base territoriale su cui «lineare» e/o interfacciare il data base alfanumerico che caratterizza, assieme alla prima, proprio l'essenza del sistema. Con i G.I.S., un operatore appena esperto viene giocorforza a conoscenza delle potenzialità cartografiche e delle sue molteplici connotazioni, da quelle raster a quelle vettoriali, nonché del grande potere che le caratterizza essendo la base dei più sofisticati e moderni sistemi di lavoro, didattici e di ricerca informatica applicati.

Proprio dai G.I.S., ormai a disposizione di molte discipline nella pratica dell'insegnamento universitario, si può partire per innovare la didattica in genere, con particolare riferimento a quella della cartografia visto l'interesse sempre più crescente che a questi sistemi viene rivolto soprattutto dagli allievi, vivamente attratti dalle sue molteplici potenzialità, versatilità e utilizzabilità. Con essi, essendo la carta o la base territoriale, uno dei suoi supporti costitutivi fondamentali, si può iniziare a penetrare la didattica della cartografia innovando e potenziando le conoscenze del territorio ed offrendo ad esso, nel contempo, nuove

prospettive di analisi, valutazione, gestione, governo. Trattando di questi aspetti non possiamo però trascurare la tradizione dell'insegnamento cartografico e l'esigenza, anche per via dell'assunto informatico, di modificare o di cambiare la sua strutturazione, ferma in molti casi alla sola conoscenza della storia della cartografia, delle proiezioni, della carta topografica spingendosi, al limite, alla sua lettura con il calcolo delle coordinate e qualche non frequente esercizio di cartometria. Solo di rado, purtroppo, grazie a colleghi geografi che hanno dimostrato particolare sensibilità nei confronti della cartografia, si sono affrontati i problemi connessi con la semiologia o con il vero problema dell'università a proposito di cartografia: la formazione della cultura cartografica, ossia la possibilità di creare delle figure con profili professionali specifici da destinare ai vari segmenti dell'intiera filiera cartografica: dalla ideazione, alla progettazione, alla produzione, alla divulgazione.

Ma l'innovazione didattica non è da intendere come introduzione di nuovi aspetti o argomenti nei vari curricula e abbandono di quelli finora esistenti, né sostituzione della prassi finora consolidata solo perché oggi si ha la disponibilità del computer ad esempio per leggere e interpretare le immagini digitali riprese da aereo o da satellite. Piuttosto si può dire che essa andrebbe intesa come una modernizzazione dei contenuti in funzione sia di una destinazione verso la conoscenza specifica, quindi con un forte orientamento di tipo culturale, sia di un maggiore radicamento in senso professionale, pure non prescindendo dagli opportuni esercizi di approfondimento (di solito elementi di prova per l'esame) al fine di dimostrare al discente il grande potere di acquisizione delle informazioni territoriali insito nella cartografia le quali, se opportunamente trattate, possono essere sfruttate intelligentemente nella pratica del lavoro e della ricerca.

L'innovazione, tecnologica a questo punto, non può però pensare di sostituire la cultura, nell'accezione del tradizionale insegnamento, con la modernizzazione offerta dall'informatica e tralasciare tutto il bagaglio a monte solo perché si può risolvere velocemente un problema di localizzazione a video laddove, ad esempio, le coordinate di un punto compaiono automaticamente in finestra della videata ad ogni movimento del cursore. L'uso del computer, che ha sicuramente introdotto e potenziato i moderni processi di apprendimento e di didattica cartografica, deve cioè essere rivolto ad implementare la cultura cartografica e non ad annullarla, per impedire che la conoscenza venga sostituita, o soverchiata, da un fatto meramente meccanico, della tecnica informatica. Si tratta semplicemente di riconsiderare la cultura dell'insegnamento geografico e cartografico, da cui discende la cultura della carta, alla luce delle nuove potenzialità e delle capacità formative offerte dal computer o dai G.I.S. visti, in quest'ottica, come uno strumento in mano a formatori attenti quali lo erano in passato, e in parte lo sono ancora, i geografi che sull'arte di descrivere (dapprima), di raccontare (poi) e di analizzare (ancora successivamente) il mondo e i suoi variegati aspetti anche quelli più reconditi, attra-

verso la cartografia, hanno fatto la storia dei popoli.

Una innovazione che porterà anche a una rivisitazione/valorizzazione del processo di formazione dei nuovi insegnanti o educatori, di base e delle successive proposte curriculari, in cui l'uso primario della cartografia e la relativa considerazione personale può produrre, già dall'inizio, un fertile substrato intellettuale capace di essere implementato successivamente, ma già disponibile al recepimento e all'utilizzo della cartografia perché ad essa ci si riferisce già dai primi cicli formativi. Due innovazioni che in ciò devono direttamente trascinare la ricerca, che non può limitarsi alla sola introduzione del G.I.S. in settori dai quali finora erano esclusi, o a velocizzare le procedure software insite in questi sistemi. Lo stesso insegnamento dell'informatica o, come nel caso del settore MGGR-02, dei sistemi informativi geografici, non può esaurirsi nel processo di apprendimento operativo che sa più di alfabetizzazione se non di professionalizzazione nell'uso dei sistemi, ma deve essere rivolto alla soluzione dei problemi del territorio con l'ausilio delle nuove tecniche offerte dalla scienza ma grazie comunque al supporto culturale della carta, mai venuto meno nonostante la modernità del trattamento informatico.

A SCUOLA DI TELERILEVAMENTO: IL PROGETTO TELEA

TELEA: A PROPOSAL OF REMOTE SENSING FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Boschetti Mirco (*), L'Astorina Alba (*), Maggi Marta (*) Zilioli Eugenio
(*) CNR - IREA, Milano.

Riassunto

TELEA (Il Telerilevamento e l'Educazione Ambientale) è un progetto di formazione per l'educazione ambientale promosso dalla Regione Lombardia e coordinato dall'IREA del CNR di Milano con lo scopo di formare gli insegnanti delle scuole medie inferiori e superiori e i responsabili CREA della Regione Lombardia sul Telerilevamento e l'Osservazione della Terra come strumenti conoscitivi del territorio e dell'ambiente, a supporto delle attività didattiche interdisciplinari nelle scuole. Nel presente articolo vengono descritte le caratteristiche del progetto e si traccia un bilancio dell'esperienza e delle possibili prospettive.

Abstract

A description of the Project TELEA (Remote Sensing for Environmental Education) proposed by the Institute for Electromagnetic Sensing of Environment (IREA) of CNR (Milan) and funded by the Lombard Region is here reported. Objective of the Project was to train teachers and Region personnel support their environment educational activities through Earth Observation Sciences and Remote Sensing.

Premessa

Tutto cominciò un po' di tempo fa, quando un gruppo di ricercatori del CNR di Milano entrò in una scuola per realizzare insieme ai ragazzi di una terza media alcune esperienze scientifiche sulle tematiche di ricerca condotte nel proprio Istituto. L'occasione era offerta da un Progetto finanziato dalla Comunità Europea[1], che aveva come scopo il monitoraggio dell'ambiente lacustre attraverso le tecniche di telerilevamento e che prevedeva alcuni incontri di didattica

[1] Progetto SALMON, Dall'esperienza è stato tratto anche un Cd ROM «*Salmon - Education. La risorsa acqua e il suo monitoraggio*».

sperimentale. L'esperienza ebbe successo: gli studenti mostravano entusiasmo verso le tematiche scientifiche connesse al progetto e l'approccio proposto, e interesse per il lavoro del ricercatore scientifico, di cui avevano potuto saggiare, sia pure per pochi giorni, i problemi quotidiani connessi alla ricerca pratica di soluzioni sia sul campo che in laboratorio. Inoltre, la conoscenza delle ricadute che il comportamento di ogni singolo individuo può avere per l'ambiente li aveva avvicinati a concetti come *consapevolezza* e *responsabilità ambientale*. Dal canto loro, anche gli insegnanti avevano gradito il «supporto» didattico e lo stimolo offerto in quella occasione dai ricercatori, che avevano vivacizzato le loro lezioni introducendo nuove prospettive didattiche, e chiedevano un maggiore coinvolgimento attivo in futuro. Il bilancio positivo di questa esperienza, insieme al confronto con altre iniziative precedenti[2], rafforzò la convinzione, già presente in alcuni di noi, che fosse giunto il momento di intraprendere in maniera sistematica una serie di iniziative atte a *divulgare* le tecniche sperimentate in ambiente CNR e Università, investendo più tempo sulla *formazione* dei soggetti e delle istituzioni coinvolte nelle tematiche ambientali, soprattutto quelle scolastiche[3]. In qualità di ricercatori sapevamo che i sistemi di osservazione satellitare della Terra si erano dimostrati efficaci nel fornire una rappresentazione dei fenomeni naturali per la gestione delle problematiche ambientali anche su vasta scala (sviluppo urbano di una certa area, sfruttamento delle foreste tropicali, buco dell'ozono, cambiamenti climatici, riduzione dei ghiacciai, desertificazione). Adesso si trattava di dimostrare che tali tecniche possono essere uno strumento utile anche in campo didattico-educativo per fornire nuove interpretazioni trasversali e letture stimolanti dell'ambiente che ci circonda. Il Telerilevamento, infatti, oltre a consentire di osservare i cambiamenti globali del pianeta e seguirne i processi dinamici in atto, permette di:

- comprendere i *meccanismi della visione* e della *osservazione*;
- *vedere oltre il visibile*, dove l'esperienza può solo essere mediata dagli strumenti;
- *leggere il territorio* nei suoi contenuti fisici ed ambientali, *oltre le frontiere poste dall'uomo*.

Inoltre, il patrimonio di informazioni prodotte dalle immagini inviate a terra dai satelliti o acquisite con altri strumenti costituisce una risorsa che può accrescere la conoscenza del territorio di sin-

[2] Già nel 1983 l'Istituto aveva realizzato una mostra didattico-scientifica sulle tecniche di Telerilevamento, in collaborazione con il Comune di Brescia dal titolo «Oltre l'arcobaleno alla scoperta della Terra». A partire dagli anni 1994/95, alcuni tecnici e ricercatori dell'IREA avevano partecipato al Progetto per la scuola «Territorio senza confini» in collaborazione con il CSSAS dell'Università degli Studi di Bologna.

[3] In questo ci sentivamo in totale sintonia con quanto si andava affermando in ambito internazionale sulla necessità di praticare uno «sviluppo sostenibile» a partire dalla costruzione di un sistema di conoscenze, valori, strumenti, attitudini per l'ambiente che deve coinvolgere tutti i soggetti: ricerca, scuola, amministrazione pubblica, cittadini.

goli e di istituzioni: aprire gli archivi di tale patrimonio, vuol dire contribuire a una crescita generalizzata di tale conoscenza.

Il progetto TELEA

In questo contesto di considerazioni ed esperienze, maturò la proposta di un progetto di ampio respiro il cui scopo specifico sarebbe stato quello di promuovere la cultura tecnico-scientifica del Telerilevamento nelle scuole di ogni ordine e grado attraverso la realizzazione di esperienze didattiche sui principi e metodi del Telerilevamento (ottica, sensoristica, onde elettromagnetiche, analisi multispettrale, sistemi passivi e attivi, ecc.). Diversi, in sintesi, i motivi per cui ci era sembrato opportuno proporre un progetto specifico su tali tematiche:

- all'interno dell'autonomia scolastica, un programma di educazione ambientale è l'occasione per esportare nella scuola tecnologie che possano stimolare l'apprendimento e l'osservazione dell'ambiente nella sua globalità;
- l'approccio integrato per lo studio del territorio e dell'ambiente prevede l'impiego di strumenti innovativi quali i sistemi informativi geografici e l'osservazione della terra dallo spazio, strumenti resi possibili dal Telerilevamento;
- la fisica del telerilevamento offre interessanti spunti interdisciplinari e trasversali come la fisiologia della visione, la teoria del colore, lo studio delle immagini, le onde elettromagnetiche;
- ultimo, ma non meno importante, il CNR, in quanto soggetto qualificato per la formazione ai sensi di legge dell'art. 14, comma 2, del CCNI/99, è un'istituzione che offre competenze e strumentazione adeguate al compito.

Questa la motivazione e l'impianto teorico della proposta, ma per la sua realizzazione fu determinante la presenza di altri due fattori:

– un contesto normativo, anche in ambito scolastico, entro il quale inquadrare l'intervento;
– un portavoce opportuno che promuovesse l'iniziativa anche in ambito territoriale.

Il primo fu il programma nazionale «Il Paradigma Ambiente-Territorio: metodologie d'indagine ambientale e didattiche disciplinari», che aveva visto di recente un accordo tra Stato (Ministeri dell'Ambiente e della Pubblica Istruzione) ed alcuni Enti e Organismi, fra cui la Regione Lombardia, e all'interno del quale il Telerilevamento era annoverato tra le metodologie di supporto alle attività didattiche interdisciplinari.

La possibilità di una diffusione a livello locale del progetto fu invece possibile grazie all'intervento del settore Educazione Ambientale della Regione Lombardia, che decise subito di inserire il progetto nel proprio piano di attività, interessato alla proposta per le opportunità di formazione che offriva, non solo per la scuola ma anche per i propri addetti, e per la possibilità di attingere al patrimonio di immagini telerilevate del territorio lombardo.

Val la pena di ricordare che non era la prima volta che avveniva uno scambio di dati tra l'IREA e gli enti territoriali. In

particolare, la Regione Lombardia aveva iniziato nei primi anni '90 lo sviluppo di un'architettura software, chiamata «AURORA» (sistema regionale di monitoraggio e analisi dello stato dell'ambiente), per applicazioni di studio e pianificazione ambientale. Il progetto aveva previsto negli anni 1998-99 la realizzazione da parte del Reparto di Telerilevamento dell'IRRS-CNR di Milano (attuale IREA) di una serie di piani informativi per i SIT delle Regioni Lombardia ed Emilia Romagna a partire da dati Satellitari. La collaborazione ha portato alla realizzazione dei progetti AURO-TEM (AURORA-TEMatismi) eE AURO-SAT (AURORA-SATelliti). Inoltre, le Regioni Lombardia ed Emilia-Romagna avevano anche avviato – con il progetto NEBULA – lo sviluppo di una nuova versione di rete concepita a livello interregionale che consentiva di visualizzare ed elaborare rapporti sintetici sullo stato del territorio, sia in forma tabellare che cartografica basata su immagini di «remote sensing» o su cartografia topografica.

Forti quindi di questi precedenti contatti, si arrivò agli inizi del 2000 alla formulazione di una convenzione tra la Regione Lombardia - Servizio Affari Generali e Strategie Ambientali Integrate della direzione Generale Tutela Ambientale e il Consiglio Nazionale delle Ricerche, IRRS-Telerilevamento di Milano (attuale IREA) per la realizzazione di un progetto finalizzato ai temi dell'Educazione Ambientale denominato in prima istanza «Oltre l'Arcobaleno alla Scoperta della Terra», e successivamente ridefinito in forma più diretta «Il Telerilevamento e l'Educazione Ambientale» (**TELEA**).

Quale obbiettivo primario del progetto TELEA fu individuata la formazione degli insegnanti delle scuole medie inferiori e superiori e dei responsabili dei CREA della Regione Lombardia sul Telerilevamento e l'Osservazione della Terra come strumenti conoscitivi del territorio e dell'ambiente, a supporto delle attività didattiche interdisciplinari nelle scuole. Nelle pagine seguenti è presentata una sintesi del Progetto, che si è svolto lungo un arco di circa 15 mesi, descrivendone alcune caratteristiche e tracciando un bilancio dell'esperienza.

Le attività didattiche

1. I laboratori

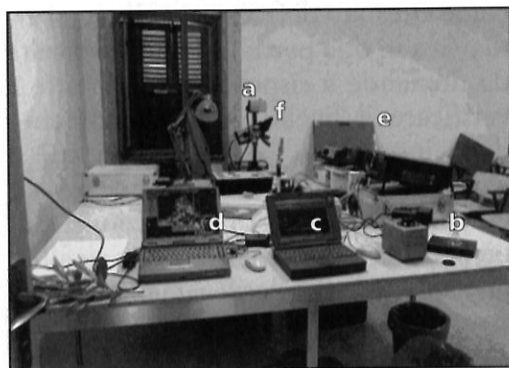
Telea è stato presentato per la prima volta in occasione della **Conferenza nazionale dell'educazione ambientale**, tenutasi a Genova nell'aprile del 2000. In tale occasione, era stata realizzata una presentazione in CD Rom ed era stata allestita una postazione multimediale che consentiva di conoscere in anteprima le caratteristiche del progetto, i suoi obiettivi ed i suoi destinatari. La successiva partecipazione all'**Expo Scuolambiente** di Desenzano del Garda (Bs), rese possibile l'incontro con molti insegnanti ed il contatto con le scuole e gli Uffici Scolastici della Lombardia, che furono poi informati dell'iniziativa tramite contatto diretto in modo da dare massima diffusione a livello regionale del progetto TELEA. La partecipazione all'ExpoScuolAmbiente risultò particolarmente significativa per il Progetto, non solo per il

FIGURA 1 - *Una classe di studenti durante il laboratorio di Telerilevamento, all'Expo Scuolambiente di Desenzano del Garda, mentre utilizzano gli occhiali bi-colore per la visione stereoscopica degli anaglifi distribuiti a tutti i partecipanti.*

riscontro immediato dell'interesse da parte dei visitatori, ma perché in quella sede fu realizzato il primo degli interventi formativi, con una serie di laboratori didattici sui principi e le tecniche di Telerilevamento. L'attenzione, il coinvolgimento e l'interesse mostrato dai ragazzi nelle attività confermarono come i temi presentati e la scelta della sequenza degli esperimenti fossero efficaci nel mostrare le caratteristiche e la specificità de contributo del Telerilevamento alla conoscenza di alcune tematiche ambientali (Figg. 1-2).

2. *I corsi di formazione per i responsabili CREA e gli insegnanti*

Nel corso dei mesi successivi furono realizzati gli incontri con i responsabili

FIGURA 2 - *Gli strumenti del laboratorio di Telerilevamento all'Expo Scuolambiente di Desenzano del Garda.* ***a****: termocamera;* ***b****: radiometro solare;* ***c****: PC portatile per la visualizzazione degli spettri acquisiti dal colorimetro;* ***d****: PC portatile per l'analisi delle immagini telerilevate;* ***e****: tre proiettori a muro per la composizione dei colori;* ***f****: prisma per la dispersione cromatica della luce bianca.*

dei Centri Regionali di Educazione Ambientale (CREA) e con gli insegnanti attraverso lezioni teoriche sul Telerilevamento; proposte di esperimenti da riprodurre in classe con gli studenti; dimostrazioni di applicazioni del Telerilevamento a problematiche ambientali che costituiscono generalmente oggetto di studio e analisi nelle scuole medie inferiori e superiori. I partecipanti furono anche istruiti sull'uso delle informazioni contenute nel sito Web TELEA. Obbiettivo principale dei corsi era di fornire una serie di spunti didattici sull'utilizzo degli strumenti e dei metodi del Telerilevamento per il trattamento, l'osservazione e la spiegazione di fenomeni naturali e di problematiche ambientali. Gli insegnanti erano stati invitati a proporre strumenti originali per la trasmissione delle conoscenze acquisite agli studenti, e molti di essi elaborarono pro poste correlate a problematiche ambientali specifiche o calate nelle realtà del proprio territorio, riuscendo così a combinare sul piano didattico gli insegnamenti pratici e teorici acquisiti durante il corso TELEA.

Il corso si concluse con un test di verifica dell'efficacia del corso, utile anche come attestato di frequenza. Il test si articolava in due parti: la prima costituita da domande a risposta multipla atte a verificare il livello di apprendimento degli insegnanti, la seconda in cui si chiedeva all'insegnante di ideare un percorso didattico di educazione ambientale da poter realizzare con gli alunni e nel quale il Telerilevamento giocasse un ruolo chiave.

3. Gli interventi nelle scuole

Qui di seguito sono riportati in maniera sintetica i contenuti di alcune proposte di progetto avanzate dagli insegnanti in un momento successivo al corso di formazione e per la cui realizzazione è stato richiesto ulteriore intervento di personale CNR (Tab. 1). Tali iniziative sono poi continuate all'interno degli istituti proponenti anche successivamente alla conclusione del progetto.

Alle proposte pervenute è stato fornito il supporto tecnico-scientifico per l'uso dei dati telerilevati e delle informazioni di carattere ambientale e per il loro trattamento. Inoltre si è garantito il supporto per la progettazione dei percorsi didattici, strutturando appositi incontri presso le singole scuole con i docenti interessati. In questi incontri si è cercato di focalizzare quale fossero gli obiettivi didattici e ambientali dei progetti proposti, e in seguito si è individuato quale potesse essere al loro interno il contributo del Telerilevamento. Una volta analizzati i progetti ed identificate le differenti aree di studio, il ruolo del CNR è stato anche quello di recuperare i dati necessari all'analisi territoriale come: set di immagini storiche, immagini di differenti sensori e cartografia tematica inerente.

Gli interventi sono stati così concepiti in un ciclo di due incontri:

- il primo dedicato a dimostrazioni ed esperimenti utili ad illustrare in maniera semplice ed immediata ai ragazzi i principi fisici del Telerilevamento e i metodi di acquisizione delle immagini da aereo e da satellite; nella stessa

TABELLA 1 - *Quadro di sintesi dei percorsi didattici delle scuole partecipanti a TELEA.*

TIPOLOGIA SCUOLA	PERCORSI DIDATTICI	
	Obiettivo ambientale	**Obiettivo tecnico/metodologico**
Istituto Tecnico Commerciale per Geometri	• Comprendere l'energia: le forme di energia, la loro misurazione ed i consumi • Indagare il mondo dell'emesso: l'IR termico	• Studiare le dispersioni dagli edifici con termografie da aereo e terra • Studiare le immagini e le informazioni che portano
Liceo Scientifico	• Conoscere il proprio territorio con l'uso di dati Telerilevati • Prendere coscienza di un fenomeno analizzando i suoi aspetti fisici, geografici ed ecologici	• Sfruttare il mezzo informatico • Accedere ad Internet per acquisire dati e rielaborarli
Istituto Tecnico Commerciale e Periti Aziendali	• Comprendere il cambiamento del territorio	• Sfruttare il mezzo informatico • Reperire informazioni dalle immagini • Comprendere le relazioni tra segnale dell'immagine e risposta fisica degli elementi
Scuola Media Statale	• Comprendere la geografia e gli ambienti del parco con particolare attenzione alla sua evoluzione • Comprendere la distribuzione delle specie vegetali in relazione alla variazione dei parametri ambientali	• Raccogliere i dati, analizzarli e rappresentarli • Usare la fotointerpretazione per il riconoscimento degli elementi morfologici del paesaggio • Comprendere la risposta della vegetazione agli stress naturali ed antropici
Istituto Tecnico Industriale	• Comprendere le applicazioni ambientali del Telerilevamento per evidenziare la natura temporale dei fenomeni	• Verificare l'informazione delle onde elettromagnetiche • Analizzare l'immagine come «batteria» di dati spazialmente organizzati • Usare un programma di trattamento delle immagini per il loro studio

giornata si sono svolti gli incontri e la progettazione con gli insegnanti;

– il secondo dedicato, invece, all'utilizzo delle immagini per l'inquadramento del proprio territorio o per lo studio di una particolare problematica ambientale; in questa giornata si è anche fornito il materiale necessario allo svolgimento del progetto.

Questa fase del progetto mirava a fornire conoscenze tecnico-scientifiche specialistiche agli insegnanti, chiamati al difficile compito di «tradurre» e «trasmettere» le nozioni acquisite durante il

Corso TELEA, in percorsi didattici di educazione ambientale. Essa ha permesso al personale CNR di consolidare il proprio rapporto con le scuole «TELEA» cui, oltre al supporto tecnico, sono state fornite tutte le informazioni e tutti i dati necessari alla realizzazione del progetto di educazione ambientale ideato. Un'utile funzione di supporto e valorizzazione dei singoli lavori è stata svolta dal sito TELEA e dai siti web realizzati dai singoli istituti (si veda ad esempio il sito: http://www.supercampus.it/guglielmomarconi.nsf).

I materiali prodotti

Oltre alle tradizionali *brochure* e locandine di presentazione del progetto, il cui testo è stato prodotto in collaborazione con alcuni insegnanti e presidi particolarmente attivi, nell'ambito dei TELEA sono stati realizzati vari tipi di materiali: alcuni distribuiti nel corso delle lezioni, come le cartoline (anaglifi) di carattere territoriale per la visione stereoscopica, o gli occhialini di accompagnamento con filtri bicolore; altri di carattere più duraturo, come un volume sul Telerilevamento ed il sito Web con l'archivio di immagini.

1. Il libro Appunti e spunti di Telerilevamento

Al fine di facilitare l'attività didattica degli insegnanti è stato realizzato un manuale sui principi e le applicazioni del Telerilevamento, utilizzabile come strumento di facile consultazione anche durante lo svolgimento dell'esercitazione in classe con gli alunni, con note illustrative e didattiche. Il manuale, dal titolo «Appunti e spunti di Telerilevamento», inizialmente concepito come semplice compendio per i corsi degli insegnanti, è diventato in fase di realizzazione un vero e proprio libro sul Telerilevamento, con spunti tecnici e specialistici seguiti da esempi tratti dalla vita quotidiana. Con questo prodotto si è cercato di offrire idee e argomenti a diversi livelli: da dissertazioni esemplificative o semplicemente descrittive per chi deve tradurre i concetti in percorsi didattici, ad analisi approfondite per chi vuole saperne di più. La differenza dei livelli di lettura è sottolineata da una scelta editoriale differenziata che rende agile l'uso del volume per i diversi scopi (lezioni teoriche, esercitazioni pratiche, sperimentazioni guidate, esempi di applicazioni). Al volume è stato abbinato un set di schede didattiche in formato A3 da utilizzare in classe, sui concetti fondamentali dell'osservazione a distanza.

La distribuzione del manuale alle scuole, di competenza della Regione Lombardia ed effettuata attraverso la rete dei centri CREA, finora ha raggiunto un elevato numero di scuole e insegnanti, ma continuano ad arrivare richieste sempre nuove, per cui si può parlare di una discreta distribuzione del libro nelle scuole anche a livello nazionale.

2. Il sito Web

La realizzazione di una pagina Web - attualmente ospitata su un server ubicato presso il CNR di Milano nell'area di

ricerca di Via Bassini: – è compilata in due versioni: HTML e DHTML al fine di ottenere un'ottima resa grafica e un alto contenuto comunicativo, e di renderla accessibile da qualsiasi tipo di computer e browser.

Considerata la natura e il contenuto informativo rivolto agli insegnanti, si è pensato ad una forma di comunicazione semplice ed essenziale che permettesse all'insegnante stesso di utilizzare il sito come strumento didattico per i suoi allievi. Nello schema che segue (Fig. 3) è possibile vedere come tre siano le parti principali distinguibili all'interno della struttura architetturale del sito: 1) una parte «informativa generica» avente lo scopo di presentare informazione specifica sui problemi del Telerilevamento e delle sue applicazioni; 2) una parte «informativa attiva» che permette di personalizzare il contenuto e di proporre nuovi strumenti per la riorganizzazione dell'informazione; 3) una parte «interattiva» che permette la comunicazione tra i soggetti coinvolti nel progetto.

FIGURA 3 - *Schema del sito.*

1) La parte «informativa generale» è composta da:

Introduzione al progetto – dove viene presentato il progetto «Telea» (obiettivi, finalità, destinatari, modo d'uso).

Applicazioni del Telerilevamento - In questa sezione vengono presentate alcune applicazioni del Telerilevamento e problemi ambientali, che possono essere occasione di studio all'interno delle scuole, come per esempio le tematiche legate alla deforestazione, al buco dell'ozono, all'espansione urbana, ecc.

Spunti e curiosità: In questa sezione viene presentato un manuale «ipertestuale» che ha per argomento i principi fisici, i concetti principali e le tecniche e i metodi a supporto del Telerilevamento

Links: In questa sezione vengono indicati altri siti Web che trattano argomenti collegati alle finalità del sito stesso.

2) La parte di «informazione attiva» comprende la banca immagini e la sezione di test ed esercizi. In questo ambito una parte consistente del lavoro, dal punto di vista informatico, ha riguardato la definizione della banca immagini e la costruzione di strumenti per la protezione delle immagini dall'accesso da parte di utenti senza autorizzazione.

La banca immagini: Sono state messe a disposizione per la consultazione immagini satellitari, di proprietà della Regione Lombardia e del Reparto di Telerilevamento del CNR, acquisite da tre diversi sensori, aventi caratteristiche spettrali, spaziali e temporali differenti:

- Immagini del sensore Landsat-TM con risoluzione spaziale di 30 metri e 7 bande spettrali;

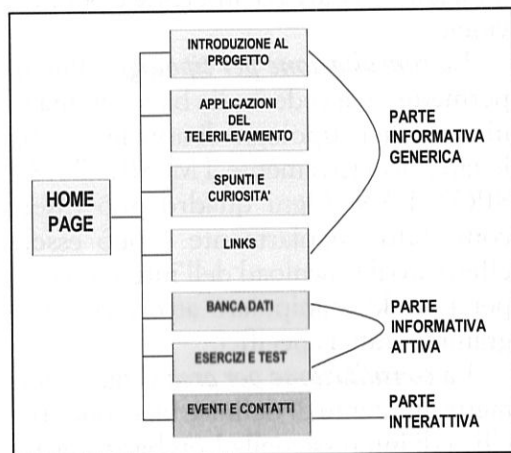
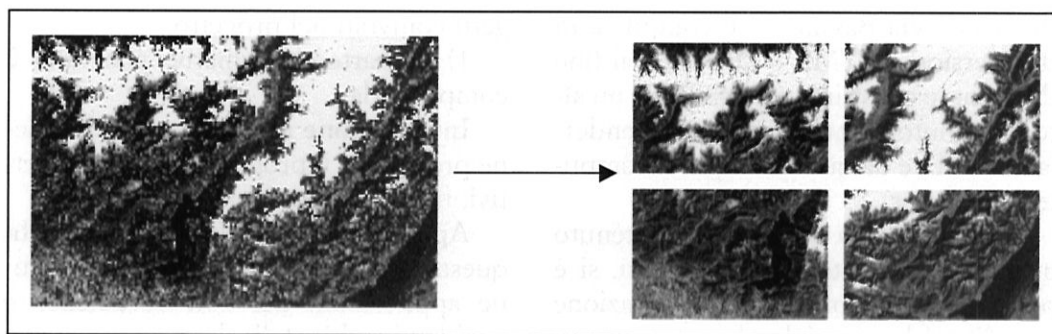



FIGURA 4 - *Scomposizione delle immagini.*

- Immagini SPOT XS con risoluzione spaziale di 20 metri e 4 bande spettrali;
- Immagini SPOT PAN con risoluzione spaziale di 10 metri.

Da composizioni a colori reali delle immagini TM e IR falso colore delle immagini SPOT, sono stati estratti 108 quadri di 3000x2000 pixels in formato GIF. Al fine di facilitare la consultazione attraverso la rete ogni quadro è stato suddiviso quindi in 4 sotto-quadri e convertito in un formato «più leggero» (jpg), che ha permesso di ottenere in tutto immagini di dimensione massima 300 Kbyte (Fig. 4).

FIGURA 5 - *Creazione banca immagine.*

Le immagini scomposte sono state inserite in tre distinte tabelle nel RDBMS e indicizzate attraverso il codice di riferimento originale. Oltre all'immagine stessa e alla dimensione e tipologia di immagine, vengono memorizzate anche le coordinate cartografiche delle immagini, essendo le immagini tutte georeferenziate (Fig. 5).

Infine sono stati creati gli strumenti per poter consultare la banca dati attraverso una ricerca diretta per tipologia di immagini, per area di interesse e per province.

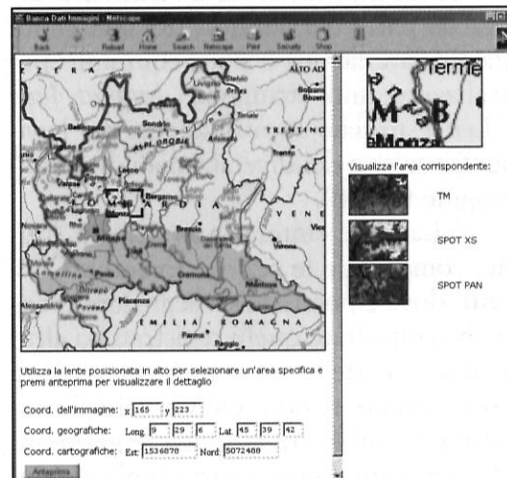
La ***consultazione per tipologia*** (Fig. 6) permette di accedere alla banca immagini secondo la tipologia di immagini catalogate, rispettivamente TM, SPOT XS e SPOT PAN. Ogni quadro può essere consultato singolarmente e può essere effettuato il download dell'intero quadro per poterlo manipolare attraverso programmi grafici specifici.

La ***consultazione per area*** (Fig. 7) permette all'utente di definire una zona specifica di interesse della Lombardia attra-

FIGURA 6 - Consultazione per area e tipologia.

verso il passaggio di una lente sopra la cartina della regione. Attraverso tale operazione vengono catturate le coordinate dell'immagine che, essendo stata georeferenziata, possono essere trasformate nelle relative cooordinate geografiche e cartografiche.

La ***consultazione per provincia*** permette, infine, di accedere alla banca immagini attraverso il comune d'interesse. Una volta selezionata la provincia e poi il comune, sono visualizzati i dati ISTAT relativi al comune di interesse e viene visualizzata l'area dell'immagine SPOT PAN corrispondente alle coordinate del comune stesso. Le immagini sono di proprietà della Regione Lombardia e del

FIGURA 7 - *Interfaccia per la consultazione attraverso la selezione di un'area di interesse.*

CNR e per questo motivo sono state create strutture di supporto per la protezione delle immagine stessa da un accesso più o meno casuale da parte di un utente non direttamente interessato al progetto. L'accesso alla banca dati restituisce una finestra che richiede l'inserimento di un nome utente e una password. Per poter ottenere il nome utente e la password bisogna compilare un modulo specifico, che distingue la registrazione di un utente privato da un utente scuola. I dati inviati vengono memorizzati in un database, per avere sempre la possibilità di monitorare gli accessi alla banca dati.

La parte informativa attiva comprende anche una sezione dedicata a **esercizi e test** che possono essere utilizzati dai docenti come esercitazioni on-line durante le lezioni. Gli esercizi possono essere usati come supporto per esercitazioni in classe e permettono all'utente di svolgere delle valutazioni su problemi specifici e ottenere una verifica immediata. In tale fase di lavoro è stata anche creata un'interfaccia di inserimento dei test da parte dei curatori dei contenuti. Particolare lavoro è stato compiuto per realizzare uno strumento (*applet Java CLens*) studiato appositamente per la visualizzazione dei diversi canali di un'immagine (Fig. 8).

3) La parte «interattiva» del sito, infine, comprende le sezioni **Eventi e Contatti**, dove è possibile sia segnalare eventi che consultare quelli registrati da altri. L'obiettivo della sezione Contatti è di creare un ponte non solo virtuale di contatto e scambio tra le scuole e gli utenti che sono interessati a vario titolo ai temi del Telerilevamento e all'Educazione Ambientale, attraverso una apposita interfaccia.

Alcuni dati sulla diffusione di Telea e statistiche di accesso al sito Web

Il percorso che il progetto ha seguito dal momento della sua elaborazione si è arricchito degli spunti e delle richieste che sono stati segnalati, di volta in volta, da insegnanti, studenti, operatori del settore ambientale che hanno partecipato alla sua realizzazione. Da una generale presentazione del Progetto presso un vasto pubblico (con 2000 visitatori e 800 contatti tra insegnanti, presidi di scuole, distretti scolastici nella conferenza nazionale di Genova) si è passati così ad un numero più contenuto di interventi nelle varie realtà, con:

FIGURA 8 - *Applet CLens applicato alla visualizzazione dei diversi canali dell'immagine telerilevata di Pavia.*

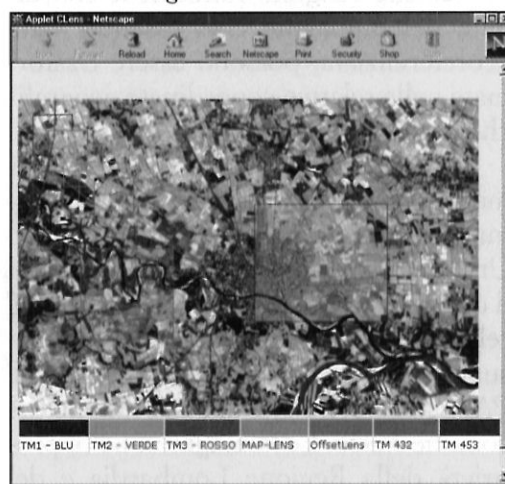
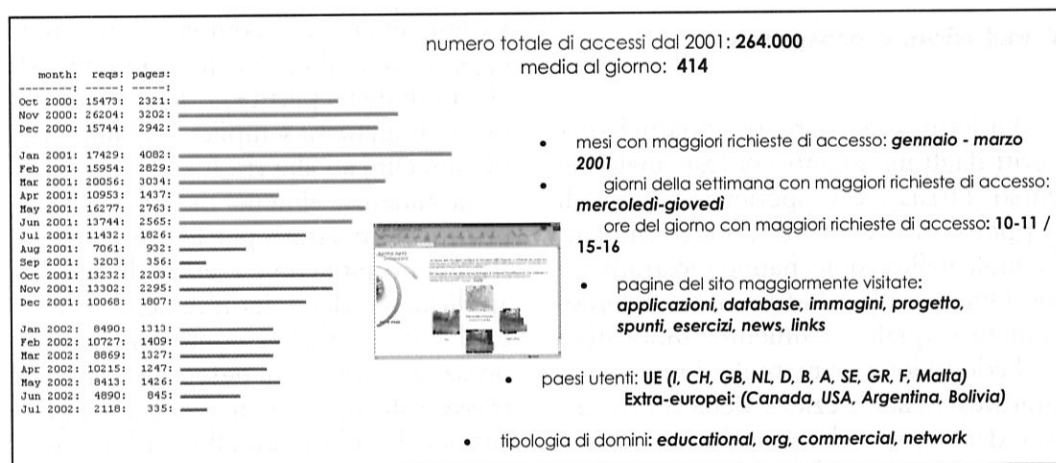



FIGURA 9 - *Statistiche di accesso al sito Web (dati aggiornati a luglio 2002).*

- 12 laboratori all'EXPO Scuolambiente 2000;
- 3 cicli di incontri nei corsi di formazione per un totale di
- 136 ore di lezione,
- 35 insegnanti,
- 15 responsabili CREA della Regione Lombardia, CREDA, ARPA, LEA e funzionari regionali
- 21 classi partecipanti di 13 istituti di scuole medie, istituti superiori e licei
- un totale di 450 studenti
- 5 tipologie differenziate di interventi nelle scuole con altrettanti percorsi didattici.

I docenti (tra personale CNR e Università) impegnati nel progetto sono stati invece 12.

Questi dati danno solo una misura quantitativa della diffusione della iniziativa, ma vengono qui riportati per sottolineare come lo sforzo di elaborare interventi mirati ed adatti alle esigenze specifiche delle varie realtà (scuola, enti territoriali, operatori ambientali) debba necessariamente fare i «conti» anche con le modalità di lavoro di queste realtà. La scuola italiana, ad esempio, spesso fatica a ritagliare momenti formativi di questo tipo dalle ore di didattica convenzionale, e anche quando è disponibile, deve prevedere con notevole anticipo l'inserimento di progetti di educazione ambientale nella propria programmazione.

I dati sulle statistiche di accesso al Web (Fig. 9), invece, si commentano da sole; vale la pena forse sottolineare solo un dato interessante, quello relativo al maggior numero di collegamenti, avvenuto in concomitanza con i giorni e gli orari delle lezioni tenute dagli insegnanti del progetto TELEA. Questo avvalorerebbe l'ipotesi che il sito, pur costituendo uno strumento utile a supporto delle lezioni, necessiti di periodiche sollecitazioni che solo l'intervento personale può garantire.

Conclusioni e prospettive

La lettura dei percorsi didattici suggeriti dagli insegnanti nel test finale del corso TELEA e l'esperienza diretta di supporto ai progetti di educazione ambientale nelle scuole, hanno mostrato come l'interesse per l'utilizzo del Telerilevamento quale strumento innovativo dell'educazione ambientale si muova soprattutto nella direzione della conoscenza e dello studio del proprio **territorio** e dei **cambiamenti** che esso ha subito in relazione all'attività **antropica**. Particolare attenzione è rivolta ai comparti **acqua** e **vegetazione** e ai cambiamenti che la loro qualità ha subito a causa di fenomeni di inquinamento o di pressione umana. Gli insegnanti trovano in tali ambiti un impiego ottimale delle immagini telerilevate e delle tecniche di Telerilevamento quali importanti ed utili strumenti didattici da integrare con uscite sul campo per l'acquisizione diretta di dati con strumenti quali GPS, misuratore di clorofilla, colorimetro, etc. e per l'esperienza diretta del territorio oggetto d'indagine. L'utilizzo didattico delle immagini telerilevate sembra inoltre particolarmente utile per affrontare con esempi pratici concetti astratti non solo di fisica, ecologia, geografia, ma anche di **educazione artistica** e di materie **umanistiche**. In quest'ottica il Telerilevamento rappresenta una disciplina che consente numerosi spunti interdisciplinari in accordo alle attese. Da parte degli insegnanti è stata più volte sottolineata l'esigenza di monitorare le **dinamiche** ambientali in maniera più continuativa, per analizzare i cambiamenti dei comparti ambientali oggetto di studio. Per questo motivo da alcuni di essi è partita la richiesta di disporre in maniera semplice ed immediata di immagini ad alta risoluzione temporale (a cadenza almeno mensile). Infine, l'interesse mostrato per le esperienze di ricerca portate come esempi di possibili applicazioni del Telerilevamento durante il corso TELEA conferma come si possa pensare ad un **percorso comune e trasversale** tra enti di ricerca, scuola e enti locali indirizzato allo studio di problematiche ambientali di interesse Regionale e al trasferimento diretto delle conoscenze e dei risultati della ricerca nel mondo scolastico. Già il successo dell'esperienza del Progetto *Educational Salmon* (UE) confermò a suo tempo come le scuole siano pronte e ricettive nell'accogliere stimoli provenienti dall'esterno e come accolgano con entusiasmo la possibilità di seguire in contemporanea progetti di ricerca sul loro territorio.

La stessa fase di supporto ai progetti scolastici TELEA realizzati nell'anno 2000/2001 ha mostrato come gli insegnanti richiedano non solo di ricevere un aiuto tecnico scientifico da parte del personale CNR ma di essere allo stesso tempo coinvolti, sia come attori sia come utenti finali di un'azione di **divulgazione scientifica**, nell'ambito di progetti di più ampio respiro inerenti tematiche ambientali.

Concludendo, un possibile terreno comune di incontro tra il mondo della ricerca, quello degli enti locali e quello della scuola potrebbe essere offerto dallo studio dei fenomeni connessi al **cambiamento globale,** e in particolare dall'a-

nalisi del **ruolo della vegetazione nella regolazione dei cicli dell'acqua e del carbonio**, dell'influenza delle attività antropiche su tali cicli e dallo studio di parametri della vegetazione misurabili anche con semplici strumenti. Tali argomenti rappresentano non solo una priorità per il mondo scientifico e per le strategie ambientali delle istituzioni, ma offrono allo stesso tempo numerosi spunti didattici per la comprensione del funzionamento e delle struttura di alcuni ecosistemi che ci circondano. In questo ambito, l'uso delle immagini telerilevate e la loro elaborazione per ottenere parametri di interesse ecologico risultano di primaria importanza.

La prospettiva è perciò quella di indirizzare il futuro di TELEA verso queste tematiche e verso la realizzazione di un **progetto coordinato di ricerca** i cui prodotti risultino utili al mondo scientifico e agli enti locali e siano allo stesso tempo oggetto di divulgazione nel mondo della scuola per la loro importanza didattica.

Ringraziamenti

Si desidera ricordare l'indispensabile contributo di tutti gli insegnanti che hanno suggerito i temi di sperimentazione TELEA nelle scuole e con i quali continua un rapporto di collaborazione con il personale CNR di Milano. Fra questi, i docenti di riferimento dei progetti: Luisa Superti dell'ITC per Geometri «C. Battisti» di Salò (BS); Tiziana Brigantini e Francesco Righettini del Liceo Scientifico «E. Fermi» di Salò (BS); Luca Bartolini, Pierluigi Campana, Antonella Nifosi dell'I.I.S. «G. Antonietti» d'Iseo (BS); Cesare D'Angelo della Scuola Media Statale «G. Marconi» di Gambolò (PV); Manuela Bertoi e Paolo Garilli dell'I.T.I. «E. Fermi» di Mantova.

Un particolare ringraziamento va inoltre ai dirigenti della Regione Lombardia: ing. Sergio Zabot, per aver fortemente voluto questa sperimentazione; alla dott.ssa Elisa Longoni, responsabile della Direzione Generale Tutela Ambientale e al dott. Giovanni Testa per il suo prezioso contributo.

Bibliografia

ZILIOLI E., 2001. *Appunti e spunti di Telerilevamento.* Compendio di telerilevamento per le scuole secondarie, Ed. CNR-Regione Lombardia, Milano, pp. 190.

BRIVIO P.A., ZILIOLI E., 1995. *Il Telerilevamento da satellite per lo studio del rischio ambientale*. Volume di 167 pp., Ed. dell'Ulisse, Roma.

BRIVIO, P.A., LECHI, G.M., ZILIOLI, E., 1992. *Il Telerilevamento da aereo e da satellite.* Manuale di 324 pp, Ed. Delfino, Sassari.

ZILIOLI E., 1997. Tecnologie e immagini del telerilevamento. In *Le Terre del Garda: immagini del lago nella cartografia*, a cura di E. Turri, Ed. Cierre-Grafo-il Sommolago, Brescia, pp 132-150.

GOMARASCA M.A., P.A. BRIVIO E E. ZILIOLI, 1993. Definizione di indicatori ambientali mediante telerilevamento. In *L'impatto delle agrotecnologie nel bacino del Po*, M. Polelli (Editor). FrancoAngeli, Milano, pp. 231-245.

BRIVIO P.A., R. TOMASONI, E. ZILIOLI, 1993. Il telerilevamento delle caratteristiche strutturali e funzionali delle comunità ac-

quatiche e terrestri. In *Ecologia Applicata*, R. Marchetti (editor), Edizioni Città-Studi, Milano, pp. 434-467.

ZILIOLI, E., 1991. Il telerilevamento da satellite nelle Scienze della Terra. Capitolo 40 in *Scienze della Terra: l'Atmosfera, l'Acqua, i Climi, i Suoli* di P. Casati e F. Pace, pp. 621-644, pp. 667-672, Ed. Clup, Milano.

ZILIOLI, E. *et al.*, 2001. Territorio senza confini. *CD-divulgativo didattico sul Telerilevamento e la fotografia aerea per lo studio del paesaggio italiano.* Università di Bologna.

ZILIOLI, E. *et al.*, 1998. SALMON Education. *CD-divulgativo didattico sul Telerilevamento per il monitoraggio dei laghi.* CNR-Milano.

IPOTESI SULLA FORMAZIONE DELLA STRUTTURA ARCUATA DELLA MONTAGNA DELLA MAIELLA (ABRUZZO)

IPOTESI SULLA FORMAZIONE DELLA STRUTTURA ARCUATA DELLA MONTAGNA DELLA MAIELLA (ABRUZZO)

Eraldo Amadesi (*), **Gabriele Minardi** (*)

(*) Docente di Interpretazione aerofotogeologica presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali dell'Università degli Studi di Bologna
(**) Dottore in Scienze Geologiche.

Riassunto

Nell'ambito dello studio geologico-ambientale condotto dallo scrivente (Minardi G., 2000) in un'area del Parco Nazionale della Maiella, sono stati eseguiti: il rilievo geologico di campagna e il rilievo aereofotogeologico.
Dalle informazioni bibliografiche e dai dati emersi durante tali rilevamenti, è stato possibile ricostruire la realtà geologico-strutturale della successione carbonatica della Montagna della Maiella, all'interno del contesto più generale dell'orogenesi dell'Appennino centrale.
Evidenziando l'assetto plicativo della successione suddetta, la proposta qui presentata cerca di spiegare, dal punto di vista della tettonica regionale, la particolare geometria dell'asse dell'anticlinale della Maiella. Tale asse anticlinalico, con direzione discordante rispetto alla vergenza orogenica, è disposto secondo un arco di cerchio orientato circa N-S e con la convessità rivolta ad oriente.
La causa principale di tale geometria è stata attribuita alla presenza della tettonica trascorrente che, in questo settore Appenninico, ha accompagnato e influenzato l'orogenesi e la conseguente implicazione dei domini carbonatici e terrigeni presenti.

Abstract

My geological-environmental analysis of an area in Maiella National Park included a geological and an aerophoto-geological survey (Minardi G., 2000).
Bibliographical information and data obtained during the above mentioned surveys allowed a reconstruction of the geological-structural reality of the carbonate sequence of Maiella, within the more general context of the Central Appenines orogenesis.
Here follows an attempt to explain the particular geometry of Maiella's anticline axis by showing the plicative arrangement of the sequence above. The anticline axis has not the same direction as the orogenic one, but it is set out like a circular arch North-South oriented and has an East bound convexity.

The main cause of such geometry has been ascribed to the presence of the traslation tectonic which, in this Appeninic area, has accompanied and influenced the orogenesis and the consequent implication of the carbonatic and terrigen domains.

Ubicazione dell'area

L'area indagata, estesa per circa 80 km2 e compresa totalmente nel Parco Nazionale della

Maiella (P.N.M), si sviluppa secondo una fascia disposta E-O che parte dal centro abitato di

Pacentro (AQ), attraversa la zona centrale della montagna della Maiella ed arriva alle pendici

orientali fino al paese di Fara S. Martino (CH). La zona si estende in parte anche nei comuni di

Taranta Peligna (CH), di Lama dei Peligni (CH) e di Civitella Messer Raimondo (CH).

I riferimenti cartografici principali sono:

- Foglio 147 «Lanciano» (scala 1:100.000) dell'I.G.M.I.;
- Quadranti 147 II e 147 III (scala 1: 25.000) della Regione Abruzzo;
- Tavolette 147 SE e SO (scala 1: 25.000) dell'I.G.M.I.

Inquadramento geologico regionale.

La montagna della Maiella rientra nella parte esterna del complesso sistema strutturale dell'Appennino centrale.

Questo settore orogenico è separato dall'Appennino settentrionale dalla lineazione tettonica Ancona-Anzio, mentre la grande dislocazione presente lungo l'allineamento Ortona-Roccamonfina lo divide dall'Appennino meridionale.

La struttura Ancona-Anzio, orientata N-S, compare durante il LIAS dove separa, con cinematismo di faglia diretta, i domini ribassati del bacino Umbro-Marchigiano-Sabino posti ad O dai domini della piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese ad E.

Successivamente, nel TORTONIANO sup.-MESSINIANO s'instaura una tettonica trascorrente destra con spostamenti dell'ordine dei 50 Km (CASTELLARIN A. et al., 1979).

Per la linea Ortona-Roccamonfina, disposta anch'essa circa N-S, è stata ipotizzata una genesi più recente. Infatti,

FIGURA 1 - *Schema tettonico semplificato dell'Appennino centrale (da GHISETTI F. et al., 1994, ridisegnato).*

avrebbe giocato come faglia diretta e poi trascorrente destra durante il MESSINIANO e come faglia diretta nel PLIOCENE inferiore, ribassando i settori ad O.

La deformazione e l'implicazione dell'Appennino centrale, secondo una migrazione orogenica centrifuga verso E rispetto al bacino tirrenico, è dovuta a cinematismi profondi dell'astenosfera responsabili della formazione del bacino stesso. Infatti, secondo LOCARDI E. (1982), la causa è da ricercarsi nel sollevamento di un diapiro del mantello astenosferico alimentato dalla fusione di crosta profonda e mantello litosferico. La parte superiore di tale diapiro, influenzata dai moti convettivi dell'astenosfera, è scivolata verso E trascinando con se le porzioni sovrastanti della crosta superficiale. In questo modo, a partire dal MIOCENE l'implicazione crostale ha interessato, secondo una tettonica inizialmente attiva e successivamente gravitativa, fasce sempre più esterne dell'avampaese orogenico.

A causa dei diversi comportamenti cinematici dei domini presenti, l'implicazione ha generato anche movimenti rotazionali di blocchi crostali con conseguenti trascorrenze regionali.

Oltre a questa complessa orogenesi, la geologia dell'Appennino centrale viene ulteriormente complicata dalla presenza di una articolata paleogeografia caratterizzata dall'alternanza di piattaforme carbonatiche e di bacini profondi.

Nel contesto orogenico e paleogeografico dell'Appennino centrale, la Maiella costituisce l'unica porzione affiorante della piattaforma Apula interna (MOSTARDINI F. et al., 1986) o piattaforma Abruzzese-Molisana (SGROSSO I., 1983).

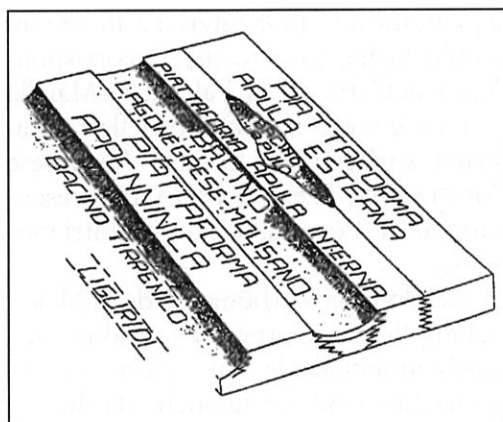
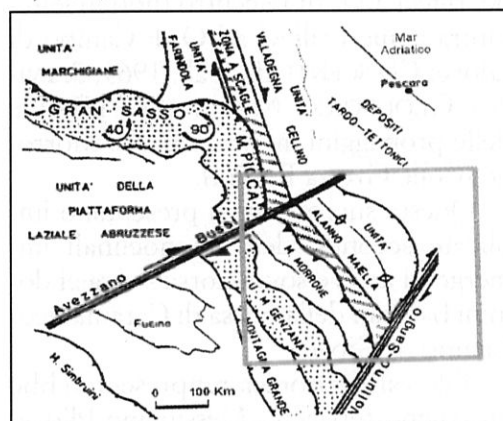



FIGURA 2 - *Schema paleogeografico pre-orogenico (da Mostardini F. et al., 1986).*

In particolare, le litologie bacinali presenti nella Maiella settentrionale testimoniano la chiusura verso N di tale piattaforma carbonatica.

Verso S, invece, la continuazione del-

FIGURA 1 - *Schema cinematico del fronte di avanzamento del sistema imbriciato del Gran Sasso sulle unità Marchigiane. (da* GHISETTI *F. et al., 1994).*

la piattaforma Apula interna è ancora un problema aperto visto che, in corrispondenza dell'abitato di Palena, la Maiella scompare sotto il dominio della piattaforma carbonatica Laziale Abruzzese (MOSTARDINI F. et al., 1986), rappresentato dal M. Porrara, e sotto le coltri molisane.

Nel dominio carbonatico della Maiella, l'implicazione orogenica produce una brachianticlinale la cui struttura è influenzata e complicata anche da due allineamenti tettonici regionali con cinematismo trascorrente destro: linea Avezzano-Bussi a N e Linea Sangro-Volturno a S (GHISETTI F. et al., 1994).

Queste due dislocazioni, formatesi probabilmente dopo una iniziale spinta compressiva verso oriente, hanno provocato anche sradicamenti e torsioni delle limitrofe strutture orogeniche (es: Gran Sasso, M. Picca; GHISETTI F. et al., 1994).

Nel settore più occidentale dell'area in esame sono presenti anche i sistemi orografici riconducibili al dominio della piattaforma Appenninica (o Laziale-Abruzzese; MOSTARDINI F. et al., 1986). Si tratta delle successioni carbonatiche dei rilievi ad E di Pacentro (noti in letteratura come i rilievi ad O di Campo di Giove; CRESCENTI U. et al., 1969; SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1974) e delle propaggini meridionali del Morrone (Colle Grotta Rubini).

Queste successioni si presentano implicate secondo delle monoclinali immergenti ad E e sovrascorse sopra ai domini bacinali della Fossa di Caramanico-Campo di Giove.

Tale valle tettonica rappresenterebbe un bacino terrigeno Messiniano-Pliocenico, probabilmente di piggy-back, allungato tra le strutture della Maiella e del Morrone e successivamente compresso e strizzato durante l'orogenesi di questo settore appenninico.

La tettonica distensiva Plio-Pleistocenica e Olocenica, che ha investito l'intero Appennino a partire dai settori più interni tirrenici, è evidenziata nell'area rilevata dalle grandi faglie dirette immergenti ad O con disposizione appenninica e subappenninica, che delimitano ad occidente le strutture della Maiella e del Morrone.

Tettonica

Nell'area di studio, si possono individuare tre unità tettoniche ben distinte morfologicamente: rilievi a S-E di Pacentro (Colle Ardinghi, Colle Malvarano, Colle Marinucci), Conca di Caramanico-Campo di Giove (Fonte Romana e Difesa di Pacentro) e il gruppo montuoso della Maiella.

Rilievi a S-E di Pacentro

Questi rilievi, composti dal Colle Ardinghi, dal Colle Marinucci e dal Colle Malvarano appartengono alla serie stratigrafica dell'unità tettonica del Morrone (CRESCENTI U., 1969; CRESCENTI U. et al., 1969). Le relative sequenze carbonatiche sono strutturate secondo una monoclinale immergente a E-NE che sovrascorre sopra una successione fliscioide del MESSINIANO terminale-PLIOCENE sup. Al fronte di questo sovrascorrimento non si riconoscono strati verticalizzati e rovesciati come in località Pian del-

l'Orso e Gianmichele, poste immediatamente a N dell'area indagata.

Lungo il versante sinistro del Fiume Vella sono presenti strati piegati e rovesciati dovuti, probabilmente, sia al sovrascorrimento sui flysh sia alla dislocazione N-S che ha separato tali rilievi dal gruppo montuoso del Morrone.

Cnca di Cramanico-Cmpo di Gove

Questa unità tettonica (GHISETTI F. et al., 1994) è bordata ad O dal sovrascorrimento della serie sopra descritta sui flysh pliocenici e ad E da una fascia di faglie dirette che tagliano, con direzione meridiana, il versante occidentale della Maiella.

Attraverso l'indagine del pozzo Maiella 1, perforato in località Valle Cupa-Fonte Nunzio (MOSTARDINI F. et al., 1986; GHISETTI F. et al., 1983), il rigetto complessivo di queste faglie dirette è stato valutato in un migliaio di metri.

All'interno di questa fossa tettonica sono presenti delle successioni fliscioidi implicate secondo faglie inverse (sovrascorrimenti) ad alto angolo di inclinazione e con immersione verso O (GHISETTI F. et al., 1983). I lembi calcarenitici ritrovati presso Fonte Romana, attribuiti in questa studio alla sequenza del Morrone, sono stati interpretati, anche sulla base delle considerazioni esposte da GHISETTI F. et al (1983), come piccole scaglie tettoniche inglobate e implicate lungo una superficie di sovrascorrimento.

Anche il Colle Castellano è stato interpretato come scaglia tettonica, in quanto i termini litologici qui ritrovati, composti da calcari marnosi con selce, calcilutiti con noduli di selce e brecciole calcaree, non concordano con le successioni carbonatiche limitrofe ma con unità litologiche del Morrone affioranti molto più a N.

In definitiva, questa conca tettonica rappresenterebbe un bacino tardo messiniano e pliocenico a sedimentazione terrigena, interposto tra le strutture orogeniche nascenti del Morrone e della Maiella e conseguentemente deformato secondo cinematismi transpressivi (GHISETTI F. et al., 1994).

La Maiella

La struttura plicativa della Maiella è bordata ad E da una faglia inversa (sovrascorrimento) e ad O dalla fascia di faglie dirette suddette. Queste strutture raggiungono il loro massimo rigetto in corrispondenza dell'allineamento E-O: Fonte Romana-Fara S. Martino.

Il sovrascorrimento, spesso mascherato dai detriti di falda, è accompagnato in località Fara S. Martino da una notevole inclinazione degli strati, con valori attorno ai 60°; a N e a S tali valori diminuiscono sensibilmente.

Invece presso Fonte Romana, l'indagine del sottosuolo effettuato attraverso il pozzo Maiella 1 ha rivelato rigetti dell'ordine del migliaio di metri, come già descritto precedentemente.

Poco a N di M. Amaro, la fascia di faglie dirette tronca l'asse della struttura plicativa determinando, verso N e verso S, una differente disposizione strutturale. Infatti, nella Maiella centro-settentrionale si osserva una piega con asse disposto circa NNO-SSE, invece nella Maiella centro-meridionale si ha una monoclinale immergente a E-SE. Quindi,

nell'area indagata ma anche a S di questa, il versante occidentale presenta una disposizione a reggipoggio degli strati, in quanto la zona di cerniera della struttura è stata ribassata dalle faglie dirette e ricoperta dalla falda detritica. In questa studio, le disposizioni a franappoggio riscontrate in questo versante sono state unicamente imputate alla probabile uncinatura degli strati, tagliati e trascinati verso il basso a causa dell'ingente movimento diretto.

Nella regione rilevata, dall'indagine aereofotointerpretativa sono stata individuate due zone maggiormente tettonizzate: l'altopiano della Maiella centro-meridinale (M. Amaro-Piano Amaro fino al Fondo di Femmina Morta) e l'area nord-orientale. In quest'ultima, i profondi valloni permettono di riconoscere la variazione di spessore di alcuni corpi sedimentari attribuiti al CENOMANIANO-SENONIANO e al CAMPANIANO-MAASTRICTIANO che, assieme alla presenza di banconi di megabrecce (C.ma Forcone) intraformazionali, testimoniano una tettonica sinsedimentaria. Infatti, come testimonia lo studio approfondito di ACCARIE H. et al. (1986), l'instabilità dei domini sedimentari di piattaforma e scarpata individuati nel CRETACEO superiore, in corrispondenza rispettivamente della Maiella meridionale e centrale, è testimoniato dal potente arrivo, nelle zone bacinali della Maiella settentrionale, di ingenti flussi detritici (megabrecce) (ACCARIE H. et al., 1986; COLACICCHI R., et al., 1978; VITTORI E., 1991/92) Questi materiali deriverebbero dal disfacimento delle facies di soglia affioranti oggi nelle zone di M. S. Angelo, M. Acquaviva e C.ma Forcone.

Ipotesi sulla formazione della struttura arcuata della Maiella

In questo paragrafo si propone un'interpretazione della particolare disposizione arcuata del fronte di sovrascorrimento e dell'asse della Maiella.

A questo scopo sono stati valutati e considerati i seguenti dati:

- carte del tetto e degli spessori dei sedimenti evaporitici messiniani attorno alla linea Ortona-Roccamonfina (LOCARDI E., 1982);
- carta gravimetrica e dello spessore litosferico attorno alla linea Ortona-Roccamonfina (LOCARDI E., 1982; OGNIBEN L. et al., 1975; CARROZZO M.T. et al., 1991);
- presenza dei depositi fliscioidi a tergo e sul fronte della Maiella (BALLY A., 1954; ANTONIOLI F. et al., 1986; CATENACCI E. et al., 1967a; LIPPARINI T., 1950; GHISETTI F. et al., 1983; GHISETTI F. et al., 1994; CENTAMORE E. et al., 1992);
- geometria della struttura sepolta di Casoli-Bomba (PATACCA E. et al., 1992);
- domini paleogeografici preorogenesi e loro successiva implicazione (MANFREDINI M., 1965; MOSTARDINI F. et al., 1986; PIERI M., 1966; SGROSSO I., 1986; D'ARGENIO B., 1974; DONDI L. et al., 1966; D'ANDREA M. et al. 1991/92; COLACICCHI R., 1966; CHIOCCHINI M., 1987);
- banco conglomeratico a *Sphaeroidinellopsis* e successivi depositi del PLIOCENE inferiore (CATENACCI E. et al., 1967b; CASNEDI R. et al., 1992; CARRARA C. et al., 1982);

- trasgressione e discontinuità angolari alla base della Formazione del Bolognano sulla Maiella (CATENACCI V. et al., 1982; ACCORDI B. et al., 1987);
- rotazioni differenziali messiniane e post messiniane di diversi blocchi della piattaforma Appenninica con conseguente formazioni di faglie trascorrenti destre: linea Avezzano-Bussi e linea Ortona-Roccamonfina (GHISETTI F. et al., 1994; LOCARDI E. 1982; MATTEI M. et al., 1991);
- fasi tettoniche dell'orogenesi appenninica (LOCARDI E. 1982; ACCORDI B. 1966; GHISETTI F. et al., 1994; MOSTARDINI F. et al., 1986; CRESCENTI U. et al., 1969; CASNEDI R., 1982; GHISETTI F. et al., 1983; DI BUCCI D. et al., 1991; CASTELLARIN A. et al., 1979; FANCELLI R. et al., 1966; PAROTTO M. et al., 1975; ACCORDI B. et al., 1966; BENEO E., 1945; BIGI S. et al., 1991; SGROSSO I., 1986; LIPPARINI T., 1950);
- fasi tettoniche della linea Ortona-Roccamonfina (LOCARDI E. 1982; GHISETTI F. et al., 1994; MATTEI M. et al., 1991; DI BUCCI D., 1995; CIARANFI N. et al., 1983).

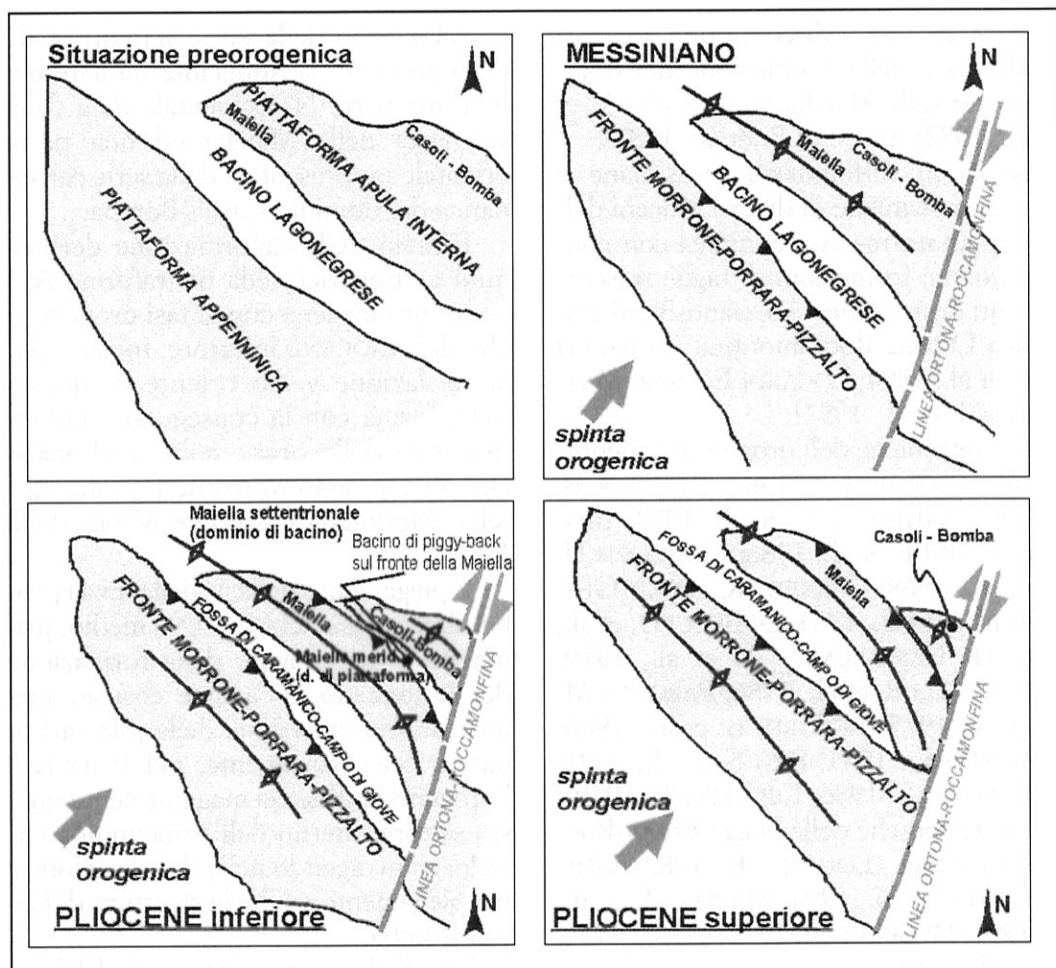
In base alle considerazioni di cui sopra si è cercato di ricostruire la paleodinamica della zona attorno alla Maiella e al Morrone.

La paleogeografia premiocenica e preorogenica è caratterizzata dalla presenza della piattaforma Appenninica, del bacino Lagonegrese e dalla propagine settentrionale della piattaforma Apula interna rappresentanta dalla Maiella (MOSTARDINI F. et al., 1986). Questi domini sono probabilmente disposti lungo assi orientati circa NNO-SSE.

All'interno della parte settentrionale della piattaforma Apula interna si individua una parte N-occidentale data dalla sequenza della Maiella ed una parte orientale rappresentata dalla serie carbonatica del dominio Casoli-Bomba.

L'inizio della deformazione dei domini carbonatici della piattaforma Appenninica avviene con le fasi orogenetiche del MIOCENE inferiore; inizia, così, la traslazione verso oriente di questa piattaforma con la conseguente individuazione delle prime coltri carbonatiche: Gran Sasso-Morrone-Pizzalto-Rotella, Montagna Grande e Monti della Meta.

Il piegamento della Maiella inizia probabilmente già nel MIOCENE medio, prima della deposizione della formazione del Bolognano. Si assiste così ad una temporanea emersione della pila carbonatica. Successivamente, nel PLIOCENE l'orogenesi influenza maggiormente questo settore esterno dell'Appennino centrale, coinvolgendo nella deformazione e nel piegamento anche la struttura di Casoli-Bomba.

Tra gli alti strutturali formati dal fronte di accavallamento del Morrone-Pizzalto, della Maiella e di Casoli-Bomba, si impostano dei bacini di piggy back con deposizione torbiditica del PLIOCENE inferiore: la Conca di Caramanico-Campo di Giove e il bacino antistante la Maiella. Nel frattempo iniziano anche le rotazioni antiorarie dell'Appennino centrale e la linea Ortona-Roccamonfina, sorta nel MESSINIANO come faglia diretta, diventa una dislocazione trascorrente destra. Questo provoca la troncatura della piattaforma Apula interna e la traslazio-

Schema descrittivo dell'ipotesi di deformazione dell'anticlinale della Maiella.

ne verso S della porzione ad E dell'allineamento regionale.

Nel PLIOCENE medio l'orogenesi Appenninica investe maggiormente i settori esterni della catena. La conseguente traslazione verso E della pila carbonatica della Maiella, con la formazione di un fronte di sovrascorrimento, trova un ostacolo in corrispondenza della struttura di Casoli-Bomba. Quest'ultima, in particolare, viene ad assumere il ruolo di blocco per la porzione più meridionale di questo fronte che di conseguenza, alimentato sempre dalle spinte orogenetiche verso E, subisce una torsione oraria disponendosi NS. Questo cinematismo è influenzato anche dal movimento trascorrente destro lungo la line Ortona-Roccamonfina perdurato nel PLIOCENE.

Mentre l'asse della piega della Maiella subisce tale torsione, disponendosi NS nelle zone meridionali e rimanendo NO-SE in quelle settentrionali, il fronte del Morrone-Porrara-Pizzalto procede nella sua deformazione e traslazione verso E, con asse disposto NO-SE. I sedimenti della Fossa di Caramanico-Campo di Giove vengono perciò compressi e strizzati, in modo maggiore nelle zone più meridionali, dove i fronti delle due coltri carbonatiche del Morrone e della Maiella si avvicinano maggiormente. In questa regione, con la continuazione della traslazione orogenica pliocenica, il fronte Morrone-Porrara-Pizzalto sovrascorre sopra la porzione meridionale della piega della Maiella, visto che tale porzione è bloccata al fronte dalla struttura Casoli-Bomba non ancora sradicata. Inoltre, con questa fase tettonica, la coltre carbonatica Morrone-Porrara-Pizzalto ricopre completamente i sedimenti fliscioidi della Fossa di Caramanico-Campo di Giove presenti in questa regione (a S dell'abitato di Campo di Giove). Secondo questa ipotesi, perciò, la causa della forma arcuata del fronte di sovrascorrimento della Maiella e del suo asse è dovuta: alle spinte orogeniche compressive verso ENE, alla trascorrenza destra avvenuta lungo la linea Ortona-Roccamonfina e al contributo del blocco resistente costituito dalla struttura Casoli-Bomba. Questa teoria spiegherebbe, inoltre, il sovrascorrimento del M. Porrara sulla Maiella meridionale e la chiusura della Fossa tettonica di Caramanico nella località a S del centro abitato di Campo di Giove.

Riferimenti Bibliografici

ACCARIE H., BEADOIN B., CUSSEY R., JOSEPH P., TRIBOULET S. (1986), *Dinamique sédimentaire et structurale au passage plate - forme / basin. Les facies carbonates cretacés du massif de la Maiella (Abruzzes, Italie).* Mem. Soc. Geol. It.. Pisa, 36: 217 - 231, 12 ff.

ACCORDI B. (1966), *La componente traslativa nella tettonica dell'Appennino laziale - abruzzese.* Geol. Rom. Roma, 5.

ACCORDI B., CARBONE F., SIRNA G., CATALANO G., REALI S. (1987), *Sedimentary events and rudist assemlages of Maiella Mt. (central Italy): paleobiogeographic implications.* Geol. Rom. Roma, 26: 135 - 147, 6 ff., 1 tav.

ANTONIOLI F., ANSELMI B. (1986), *Considerazioni geologiche e geochimiche sui bacini argillosi molisani e abruzzesi.* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 35: 171 – 176, 2 ff., 1 tab.

BALLY A. (1954), *Geologische untersuchungen in den SE - Abruzzen.* Ph.D Thesis, Zurich, Ed. Buhler.

BENEO E. (1945), *Schema tettonico dell'Abruzzo nord - orientale (Gran Sasso, Maiella, Morrone, Sirente) e un esempio di rappresentazione strutturale prospettica lungo un determinato profilo.* Boll. Uf.. Geol. It., Roma, 68.

BIGI S., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G., RIDOLFI M., SALVUCCI R., (1991), *Assetto strutturale e cronologia della deformazione della «Zona di incontro» tra le aree umbro - marchigiane e laziali - abruzzese (Marche meridionali e Lazio - Abruzzo settentrionali).* Studi Geologici Camerti Volume Speciale (1991/92), CROP 11, Camerino, 21 - 26.

CARRARA C., SELVA R. (1982), *Significato paleotettonico delle porzioni conglomeratiche di formazioni terrigene dell'Appenni-*

no meridionale. Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 24: 209 - 216, 3 ff.

CARROZZO M.T., LUZIO T., MARGIOTTA C., QUARTA T. (1991), *Gravity map of Italy.* Prog. Fin. Geod., CNR.

CASNEDI R., MOSNA S. (1992), *Natura e provenienza dei conglomerati basali del Pliocene inferiore abruzzese (avanfossa periadriatica).* Atti Tic. Sc. Terra, Pavia, 35: 135 - 143.

CASTELLARIN A., COLACICCHI R., PRATULON A., CANTELLI C. (1979), *Fasi distensive, trasorrenze e sovrascorrimenti lungo la linea «Ancona - Anzio», dal Lias medio al Pliocene.* Geologica Romana, Roma, 17: 161 - 189, 12 ff.

CATENACCI E., CHIOCCHINI M. (1967a), *Osservazioni stratigrafiche sul versante occidentale di M.te Amaro (Montagna della Maiella, Appennino abruzzese).* Boll. Soc. Geol. It., Roma, 86: 423 - 444, 9 ff.

CATENACCI E., CHIOCCHINI M., MOLINARI V. (1967b), *Contributo alla conoscenza del Pliocene e del suo limite inferiore nella valle dell'Orte (Abruzzi).* Boll. Soc. Geol. It., Roma, 86: 411 - 421.

CATENACCI V., MATTEUCCI R., SCHIAVOTTO F. (1982), *La superficie di trasgressione alla base dei «Calcari a Briozoi» nella Maiella meridionale.* Geologica Romana, Roma, 21: 559 - 575, 11 ff., 1 tav.

CENTAMORE E., BIGI S., BERTI D., MICARELLI A., MORELLI C. (1992), *Nuovi dati sui depositi neogenici di avanfossa del pescarese.* Boll. Soc. Geol. It., Roma, 111: 437 - 447, 9 ff., 1 tav.

CHIOCCHINI M. (1987), *Il Giurassico in facies di margine della piattafroma carbonatica nell'Appennino centro - meridionale: breve sintesi dei dati paleontologici e stratigrafici.* Boll. Soc. Paleontologica It., Modena, 26, 3: 303 - 308.

CIARANFI N., GUIDA M., IACCARINI G., PESCATORE T., PIERI P., RAPISARDI R., RICCHETTI G., SGROSSO I., TORRE M., TORTORICI L., TURCO E., SCARPA R., COSCITO M., GUERRA I., IANNACCONE G., PANZA C. F., SCANDONE P. (1983), *Elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale.* Boll. Soc. Geol. It., Roma, pp. 201 - 222, 7 ff., 2 tabb.,

COLACICCHI R. (1966), *Le caratteristiche della facies abruzzese alla luce delle moderne indagini geologiche.* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 5: 1 - 18, 2 ff.

COLACICCHI R. (1966), *Le caratteristiche della facies abruzzese alla luce delle moderne indagini geologiche.* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 5: 1 - 18, 2 ff.

CRESCENTI U. (1969), *Stratigrafia della serie calcarea del Lias al Miocene nella regione marchigiano - abruzzese (parte I - Descrizione delle serie stratigrafiche).* Mem. Soc. Geol. it., Pisa, 8: 155 - 204.

CRESCENTI U., CROSTELLA A., DONZELLI G., RAFFI G. (1969), *Stratigrafia della serie calcarea dal Lias al Miocene nella regione marchigiano - abruzzese (parte II - Litostratigrafia, biostratigrafia, paleogeografia).* Mem. Soc. Geol. It., Roma, 83: 343 - 417.

D'ANDREA M., MICCADEI E., PRATULON A. (1991 - 1992), *Rapporti tra il margine orientale della piattaforma laziale - abruzzese ed il margine occidentale della piattaforma Morrone - Pizzalto - Rotella.* Studi Geologici Camerti, Volume speciale (1991/92) CROP 11, Camerino, 389 - 395.

D'ARGENIO B. (1974), *Le piattaforme carbonatiche periadriatiche. Una rassegna dei problemi nel quadro geodinamico dell'area Mediterranea.* Men. Soc. Geol. It., Pisa, 13, 2: 137 - 159, 6 ff., 2 tavv.

DI BUCCI D. (1995), *Evidenze di strutture regionali profonde nel settore a S della Maiella: il contributo dell'analesi da foto aeree e dei dati di pozzo.* Boll. Soc. Geol.

It., Roma, 14: 477 - 496, 15 ff. 2 tabb.

DI BUCCI D., TOZZI M. (1991 - 1992), *La linea «Ortona - Roccamonfina»: revisione dei dati esistenti e nuovi contributi per il settore settentrionale (media Valle del Sangro).* Studi Geologici Camerti, Volume speciale (1991/92), CROP 11, pp. 397 - 406, Camerino.

DONDI L., PAPETTI I., TEDESCHI D. (1966), *Contributo alla conoscenza del Mesozoico del sottosuolo abruzzese.* Geologica Romana, Roma, 5: 69 - 98.

FANCELLI R., GHELANDRONI P., PAVAN G. (1966), *Considerazioni sull'assetto tettonico dell'Appennino calcareo centro - meridionale.* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 5, 4.

GHISETTI F., FOLLADOR U., CASNEDI R., VEZZANI L. (1994), *Assetto tettonico delle zone esterne dell'Appennino abruzzese: elementi di analisi stratigrafico - strutturali.* Geologia dell'Abruzzo nord - orientale, Atti Tic. Sc. Terra, (serie speciale) 2: 5 - 43, 6 ff., 1 tav.

GHISETTI F., VEZZANI L. (1983), *Deformazioni pellicolari Mioceniche e Plioceniche nei domini strutturali esterni dell'Appennino centro - meridionale (Maiella e Arco Morrone - Gran Sasso).* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 26: 563 - 567, 9 ff.

LIPPARINI T. (1950), *Alloctono di facies Umbro - marchigiana adriatica sul bordo orientale dell'autoctono abruzzese (zona di Casoli, F. 147 «Lanciano»),* Boll. Serv. Geol. It., 57: 55 - 59.

LIPPARINI T. (1950), *Alloctono di facies Umbro - marchigiana adriatica sul bordo orientale dell'autoctono abruzzese (zona di Casoli, F. 147 «Lanciano»).* Boll. Serv. Geol. It., 57: 55 - 59.

MNFREDINI M. (1965) - *Sui rapporti tra facies abruzzese e facies umbra nell'Appennino centro - meridionale* - Boll. Soc. Geol. It., Roma, 86: 87 - 112.

MATTEI M., FUNICELLO R., KISSEL C., LAJ C. (1991/92), *Rotazioni di blocchi crostali neogenici nell'Appennino centrale: analisi paleomagnetiche e di anisotropia della suscettibilità magnetica (AMS).* In TOZZI M., CAVINATO G. P., PAROTTO M. (1991/92), *Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia-Vasto* - Studi Geologici Camerti, Volume speciale (1991/92), CROP 11, Camerino, 221 - 229.

MINARDI G. (2000), *Geologia Ambientale della zona compresa tra Fara San Martino (CH) e Pacentro (AQ), Parco Nazionale della Maiella, e proposta di organizzazione di una Banca Dati Geologico-Tecnica* - Tesi si laurea, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali, Università degli Studi di Bologna, 15-40.

MOSTARDINI F., MERLINI S. (1986), *Appennino centro - meridionale; sezioni geologiche e proposta di modello strutturale.* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 35: 117 - 202, 10 ff., 3 tavv., 2 tabb.

OGNIBEN L., PAROTTO M., PRATULON A. (1975), *Structural model of Italy.* Quad. Ric. Sc., CNR, 90.

PAROTTO M., PRATULON A. (1975), *Geological summary of central appennines.* Quaderni de «La Ricerca Scientifica», Roma, 90: 257 - 311.

PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N., SANTINI U. (1992), *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise.* Studi Geologici Camerti, Volume speciale (1991/92), CROP 11, Camerino, 417 - 441.

PIERI M. (1966), *Tentativo di ricostruzione paleogeografico - strutturale dell'Italia centro - meridionale.* Geologica Romana, Roma 5: 407 - 424.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1974), *Foglio 147 «Lanciano» della Carta Geologi-*

ca d'Italia al 1:100.000 e note illustrative.

SGROSSO I. (1983), *Alcuni dati sulla possibile presenza di una quarta piattaforma carbonatica dell'Appannino centro - meridionale.* Rend. Soc. Geol. It., Roma, 6: 31 - 34, 2 ff.

SGROSSO I. (1986), *Criteri ed elementi per una ricostruzione paleogeografica delle zone esterne dell'Appennino centro - meridionale,* Mem. Soc. Geol. It., Pisa, 35: 203 - 219. 2 ff.

VITTORI E. (1991 - 1992), *Meccanismi di rottura fragile ed evoluzione del fenomeno cataclastico nelle rocce carbonatiche dell'Appennino centrale: sintesi delle conoscenze e programma di ricerca.* Studi Geologici Camerti, Volume speciale, (1991/92), CROP 11, Camerino, 103 - 109.

L'INFORMATIZZAZIONE DEL CATASTO ALL'INTERNO DI UN SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO (GIS): IL CASO DELLA COMUNITÀ MONTANA ALTO ASTICO E POSINA (VICENZA) (prima parte)

DATA-PROCESSING OF THE SURVEY INSIDE A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS); THE STUDY OF THE MOUNTAIN COMMUNITY ALTO ASTICO AND POSINA (VICENZA) (first part)

Paolo Rosetti (*), **Giuliano Zuccollo** (*)

(*) Comunità Montana Alto Astico e Posina.

Abstract

The adopted methodology have permitted all information of the Survey, inside a geographic information system and it have allowed to give back them available to carry out the operations of control with territorial data within times enough contained and utilising instruments of data processing already available in the technical offices.

Premessa

Il Catasto rappresenta l'inventario dei beni immobili esistenti sul territorio nazionale, è la base per le imposizioni fiscali, conserva le informazioni relative all'individuazione univoca del bene, sua estensione e consistenza, destinazione d'uso del bene, grado di produttività e relativi redditi, possessori e titolari d'altri diritti reali

La necessità di avere a disposizione da parte degli enti locali (Comuni, Comunità Montane, Enti di Bonifica, ecc.) di dati inerenti il catasto non è certo una notizia d'attualità. Da anni, infatti, si è avvertito da parte dei tecnici che operano all'interno di questi uffici pubblici di avere a disposizione informazioni territoriali su una realtà complessa qual è il dato catastale.

Basti pensare alle modifiche delle attività agricole e all'introduzione del sistema dei contributi comunitari e locali, ha innescato delle procedure (a volte complesse) per la quantificazione dei premi

all'agricoltore basati sulle informazioni catastali oppure, al verificarsi di eventi calamitosi tipo incendi, alla necessità di identificare con precisione i terreni da sottoporre alla vincolistica prevista.

Il depositario di tutte queste informazioni è stato da sempre il Catasto diviso anticamente in Catasto Terreni e Catasto Urbano (ora più o meno unificato) ripartito territorialmente negli uffici provinciali a cui ciascun residente deve fare riferimento per ottenere qualsiasi informazione inerente la proprietà di immobili e terreni e le rendite ad esso collegate.

Attualmente la disponibilità di dati è estremamente variabile in funzione della provincia in cui ci si trova ad operare: partendo dalle Provincie Autonome di Trento e Bolzano dove il catasto è stato da sempre mantenuto in perfetta efficienza fin dalla sua costituzione ai tempi dell'Impero Austro – Ungarico, si arriva in alcune provincie ad avere un'informazione aggiornata della proprietà fondiaria ed immobiliare a circa 20 – 30 anni fa.

Anche il tipo di materiale e molto eterogeneo: si passa infatti dal «tutto informatizzato», georeferenziato e quindi perfettamente sovrapponibile alla cartografia di base prodotti da Enti Regionali e/o Provincie su base Gauss – Boaga o UTM fino al «tutto cartaceo» di tipo storico sul sistema Cassini – Soldner.

Area d'indagine

Il territorio oggetto di studio è caratterizzato da una particolare individualità morfologica: è situato in fatti al confine fra la parte terminale della pianura veneta e l'inizio del sistema prealpino.

L'area comprende nove Comuni: Arsiero (356 m s.l.m.), Cogollo del Cengio (357 m s.l.m.), Laghi (553 m s.l.m.), Lastebasse (581 m s.l.m.), Pedemonte (446 m s.l.m.), Pòsina (544 m. s.l.m.), Tonezza del Cimone (1000 m s.l.m.), Valdastico (421 m s.l.m.) e Velo d'Astico (374 m s.l.m.), raggruppati all'interno della Comunità Montana Alto Astico e Posina.

Tutto il territorio è ubicato in provincia di Vicenza, da cui dista 40 Km circa ed è raggiungibile comodamente attraverso l'autostrada (A31 «Valdastico») uscendo al casello di Piovene Rocchette, oppure tramite la S.S. 46 e S.S. 350 che percorre tutta la Val d'Astico e sfocia in Trentino Alto-Adige.

Applicazione della metodologia

La procedura di seguito descritta consente di automatizzare i vari passaggi, tenendo lo stesso sempre conto che è bene alla fine effettuare il collaudo dei prodotti ottenuti. Il dato di partenza era già di tipo informatico, basato su un disegno tipo Autocad, realizzato mediante digitalizzazione diretta di linee e arricchito con testi recanti la numerazione progressiva delle particelle e i toponimi ricavati dai fogli originali del foglio catastale in formato cartaceo (ved. Fig. 1)

Tale documento ha già un contenuto informatico (il numero di particella è visibile), ma non è gestibile tramite un GIS poiché i limiti delle singole particelle sono delle linee e non chiuse a formare dei poligoni.

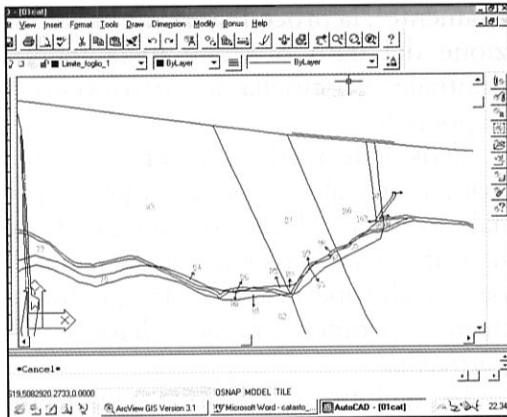



FIGURA 1 - *Visualizzazione del file Autocad.*

FIGURA 2 - *Visualizzazione degli pseudonodi lungo gli archi.*

La procedura utilizzata è basata sull'utilizzo del software Arcview GIS (ver. 3.2a) della ESRI Inc. Redlands - California, poiché la Comunità Montana in oggetto ha già da tempo impostato ed elaborato la cartografia di base su questo pacchetto software, ma si precisa che le modalità fin qui descritte, si possono applicare in maniera del tutto analoga utilizzando altri pacchetti commerciali disponibili sul mercato.

Il materiale di partenza (disegno CAD) deve subire alcuni pre-trattamenti prima di poter partire creando la topologia ovvero la relazione spaziale fra gli oggetti geometrici (in questo caso le particelle catastali) di tipo poligonale e un database associato contenente tutte le informazioni per poter individuare, mediante interrogazioni specifiche (query), gli oggetti che interessano il tecnico. Per fare questo bisogna verificare che gli archi che compongono una linea siano connessi da nodo a nodo ovvero il numero di segmenti componenti un arco sia pari a uno (ved. Fig. 2 e 3).

Terminata quest'operazione si passa all'estrazione degli elementi di testo, (in questo caso i numeri di particella) trasformandoli in un tematismo di punti e trasportando l'informazione alfanumerica in una tabella associata, in modo che a ciascun punto, corrisponda un numero di particella e la posizione del punto sia interna alla superficie spaziale definita dalle polilinee elaborate con la precedente routine di eliminazione degli

FIGURA 3 - *Visualizzazione degli archi con topologia corretta.*

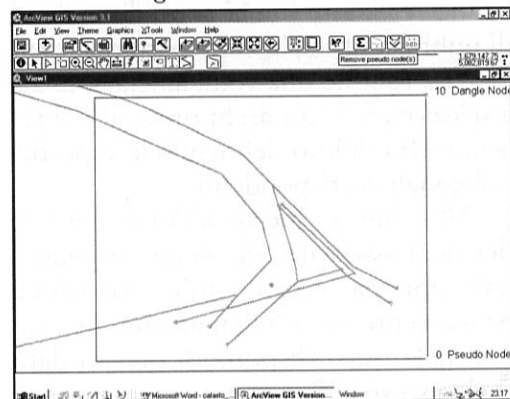
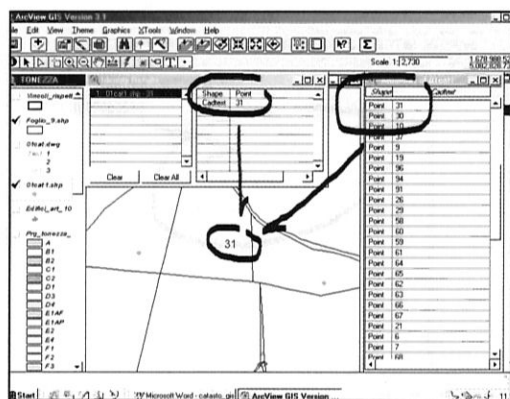



FIGURA 4 - *Tematismo puntuale con tabella associata dei numeri di particella.*

pseudonodi (ved. Fig. 4). Per fare questo è necessario utilizzare un apposito script di Arcview GIS (text2pnt.ave) che effettua la trasformazione più rapidamente.

A questo punto i documenti informatici ottenuti sono pronti per essere elaborati ai fini di ottenere un tematismo di tipo poligonale con tabella associata.

La procedura prevede l'utilizzo del comando BUILD POLYGON disponibile per Arcview GIS in diverse extension commerciali, ma anche in alcune rese gratuite dai programmatori che le hanno realizzate (molti sono dipendenti di pubblici uffici, in varie parti del mondo). La routine una volta lanciata, inizia a selezionare i vari archi presenti e li relaziona fra di loro definendo le superfici poligonali corrispondenti.

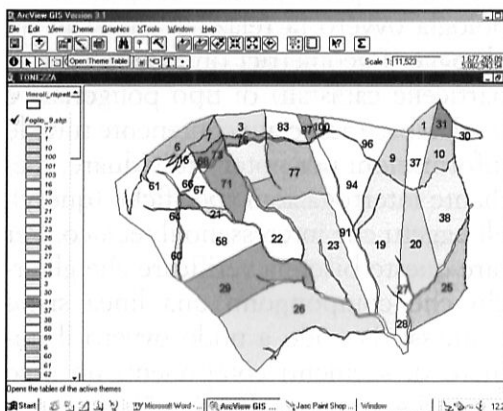
Alla fine è chiesto all'operatore se desidera associare agli elementi poligonali appena creati, un'informazione proveniente da un tematismo di tipo puntuale, se si dispone di questo dato (nel caso specifico è stato creato appositamente), la procedura inizia l'associazione del dato presente nella tabella puntuale, alla tabella del corrispondente poligono.

Il risultato finale (ved. Fig. 5) è una mappa catastale completa di tipo poligonale, gestibile ed interrogabile mediante un GIS dotata di diverse informazioni di base quali superficie in metri quadrati e in ettari, perimetro, numero di foglio e di particella.

In aggiunta è possibile agganciare database esterni contenenti ulteriori informazioni tipo redditi catastali, nominativo del/dei proprietario/i, altre informazioni.

Considerazioni di sintesi

Per quanto semplice e lineare possa sembrare la procedura informatica fin qui descritta, non bisogna però considerarla immune da errori, legati non tanto all'inesattezza delle routine che ormai si possono considerare abbastanza stabili,

FIGURA 5 - *Mappa catastale ottenuta.*

ma al tipo di materiale che è mandato in elaborazione.

Nonostante le tecniche di pre – trattamento, descritte in precedenza, che riescono a ridurre abbastanza gli errori, si è potuto verificare che non tutti i poligoni venivano creati al primo passaggio della procedura.

In genere il motivo era da ricercare nel disegno Autocad di partenza e nel tipo di input dati (presenza di blocchi, tipo di versione Autocad utilizzata, tipo di linea di digitalizzazione, ecc.).

Per poter risolvere questi inconvenienti si possono utilizzare ulteriori procedure più mirate per trasformare in poligoni quelli non rilevati con il passaggio «standard» e successivamente unire il tematismo ricavato al resto del foglio catastale mediante operazioni di geoprocessing (Union o Merge).

L'ultimo passaggio da effettuare riguarda tutte le aree che non costituiscono delle particelle ma che concorrono a formare dei poligoni e che comprendono:

- strade principali e secondarie;
- vallette;
- alvei di fiumi e torrenti, canali;
- altre aree non classificate.

In questo caso non è possibile recuperare un dato numerico della particella poiché non esiste e il toponimo scritto sul disegno Autocad non è collocato all'interno dell'area in quanto spesso si tratta di superfici molto strette e molto allungate.

L'unica possibilità è quella di digitare manualmente, all'interno della tabella associata al tema poligonale, i toponimi corrispondenti completando così il foglio catastale con elementi di toponomastica che possono rivelarsi spesso assai utili in caso di ricerca di particelle in aree poco conosciute.

Dal punto di vista operativo, calcolando i tempi di preparazione partendo dall'elaborato tipo CAD si ottiene la tabella 1.

Dai dati sulla tempistica media riscontrata è possibile effettuare le seguenti considerazioni:

- la metodologia è di tipo semiautomatico;
- la velocità di realizzazione dei singoli fogli catastali dipende dalla composizione del materiale digitalizzato in partenza;
- è bene curare in anticipo gli attacchi dei fogli catastali fra loro (specie se confinano con elementi non particellari quali strade o fiumi);
- nelle aree con elevata frammentazione particellare (i centri urbani o aree agricole fortemente «polverizzate») bisogna avere cura di sistemare al meglio i numeri di particella all'interno di ciascuna area corrispondente. Spesso, infatti, per motivi di leggibilità sono posti esternamente e collegati con delle frecce;
- tutta la procedura necessità la conoscenza approfondita da parte dell'operatore del sistema GIS Arcview (nel caso specifico), oppure di un altro software analogo per funzioni;
- nel caso si prospettassero ulteriori problemi geometrici sulle particelle sarà necessario risolverli in maniera puntuale con digitalizzazione o trasformazione diretta.

Conclusioni

La metodologia adottata, ha consentito di traslare tutte le informazioni catastali all'interno di un sistema informativo geografico e di renderle disponibili per effettuare le operazioni di controllo con il dato territoriale, in tempi abbastanza contenuti e utilizzando strumenti informatici già a disposizione degli uffici tecnici.

Il supporto per le attività di erogazione dei contributi in agricoltura, per la delimitazione delle aree colpite da calamità naturali, la perimetrazione delle proprietà per attività di tipo pianificatorio o per l'individuazione delle aree di spandimento zootecnico, traggono molteplici benefici dall'utilizzo di queste tecnologie che forniscono informazioni in tempi brevi.

L'auspicio è che il Catasto e gli enti locali, sappiano sfruttare al massimo il momento favorevole, e utilizzino tutte queste metodologie per fornire servizi al cittadino sempre più validi ed efficienti, evitando le perdite di tempo del passato.

La soluzione scelta non è l'unica percorribile per ottenere un risultato cartografico gestibile all'interno di un sistema informativo geografico, anche perché rappresenta «una via facile» in quanto il materiale di partenza era già disponibile in formato digitale; nella seconda parte di quest'articolo (in corso di pubblicazione nel prossimo numero) si cercherà di focalizzare la problematica inerente la metodologia di acquisizione del dato catastale a partire dal dato cartaceo.

Bibliografia

AUTORI VARI, *Nuove procedure catastali*, N. 3° tr. 1989, Legislazione Tecnica S.R.L., 1989.

POLELLO MARIO, *Trattato di Estimo*, Maggioli Editore, 1997.

GRILLENZONI MAURIZIO, *La valutazione delle risorse fondiarie e territoriali*, Atti Convegno: «Le professioni tecniche nella valutazione di beni produttivi», 1991.

AUTORI VARI, *Getting to know Arcview GIS*, ESRI Press, Redlands USA, 2000.

TIM ORMSBY, JOELL ALVI, *Extending Arcview GIS*, ESRI Press, Redlands USA, 2001.

R. W. GREENE, *Gis in Public Policy*, ESRI Press, Redlands USA, 2002.

ANDY MITCHELL, *The ESRI Guide to Analysis*, ESRI Press, Redlands USA, 2002.

MAGGIOLI EDITORE, *L'analisi delle decisioni politico - amministrative*, CNR - IRIS Barbanente, 1989.

GILMO VIANELLO, *Acquisizione delle informazioni: tecnologie finalizzate alla redazione della cartografia tematica*, Boll. AIC n. 48 - 49 - Parma, 1980.

AUTORI VARI, *Comuni Montani e Comunità Montane: notizie e dati statistici*. UNCEM - Roma, 1983.

CONSIDERAZIONI E CONFRONTO FRA IL «GRID» U.T.M. (UNIVERSAL - TRANSVERSE - MERCATOR) E IL «GRJD» U.M.S. (UNIVERSAL - MERCATOR - SECANTE) PER UNA NUOVA TAVOLETTA TOPOGRAFICA A SCALA 1:25000

CONSIDERAZIONI E CONFRONTO FRA IL «GRID» U.T.M. (UNIVERSAL - TRANSVERSE - MERCATOR) E IL «GRJD» U.M.S. (UNIVERSAL - MERCATOR - SECANTE) PER UNA NUOVA TAVOLETTA TOPOGRAFICA A SCALA 1:25000

Andrea Vassallo (*)

(*) Istituto Idrografico della Marina.

Riassunto

Con questa nota vogliamo sintetiizarc e mettere in evidenza le caratteristiche del «GRID» U.M.S. (Tavoletta 1:25000) per un confronto col «GRID» U.T.M. (Tavoletta 1:25000 dell'I.G.M.).
Il confronto mostra una operatività più semplice ed immediata per la U.M.S., rispetto alla U.T.M. Ciò è dovuto al fatto che sulla U.M.S le trasformate dei meridiani e dei paralleli sono rette ortogonali fra loro e possono coincidere col «GRID» kilometrico.

Abstract

This paper intends to make a synthesis and highlight U.M.S. GRID featuressus U.T.M., GRID ones (both GRIDs at scale 1:25000).
The comparison between the two GRIDs show, from an operational point of view, that the U.M.S. GRID) is greatly simpler and more effective than U.T.M. one. That resides in the fact that, on U.M.S. GRID, the transforms of meridians and parallels are orthogonal ones anothcr, and they can coincide with kilometric «GRID».

Attualmente la Tavoletta Topografica a scala 1:25000 dell'Istituto Geografico Militare (LG.M.) di Firenze, con dimensioni circa cm. 40 x cm. 40 (circa Km 10 x Km 10), è la Carta Madre di tutte le carte topografiche e nautiche, che da essa derivano.

La suddetta tavoletta è in «GRU)»

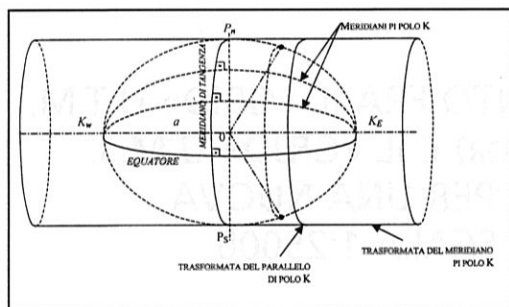



FIGURA 1

UTM; si tratta di un «GRU)» Gauss Boaga, appoggiato alla *Rete Trigonometrica Europea*, che ha in Posdam il punto astronomico di emanazione (DATUM), origine assunta come punto geodetico e di orientamento della Rete stessa, che si sviluppa sull'Ellissoide Internazionale di Hayford. Questa Rete Trigonometrica è nota come ED 50.

In Fig. 1 osserviamo l'interpretazione geometrica della GAUSS e in Fig. 2 l'interpretazione geometrica della GAUSS BOAGA, mentre in Fig. 3 osserviamo l'interpretazione geometrica della MERCATOR - SECANTE.

Ricordiamo che il punto astronomico di emanazione (DATUM) della Rete Italiana, nota come «ROMA 40» o «ROMA 95»,

FIGURA 2

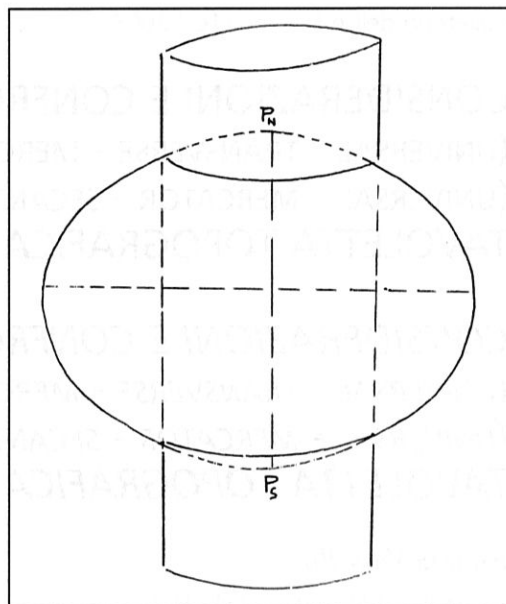
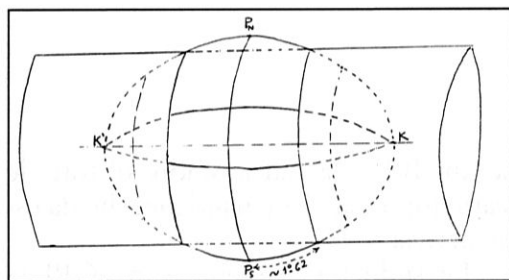



FIGURA 3

è un punto nel comprensorio dell'Osservatorio Astronomico di Monte Mario in Roma; anch'esso imposto, come punto geodetico e di orientamento, sull'Ellissoide Internazionale di Hayford, che con la sua eccentricità (e = 0.00672267) e il suo semiasse (a = mt. 6378388) completa la defmizione di DATUM.

Come abbiamo già visto, la fig. 2 che interpreta geometricamente la GAUSS BOAGA, mostra che questa carta è una MERCATOR-TRANSVERSE-SECANTE; in fig. 3 abbiamo l'interpretazione geometrica della MERCATOR-DIRITTA-SECANTE.

La secanza alla MERCATOR-TRANSVERSE di Gauss è provocata dal BOAGA che, per ridurre la deformazione – per esigenze cartografiche moltiplica le coordinate del «GRID» di Gauss (N, E oppure Y, X) per il fattore 0.9996 = cos

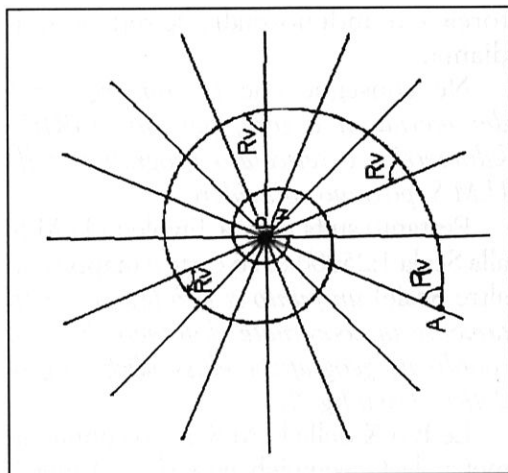
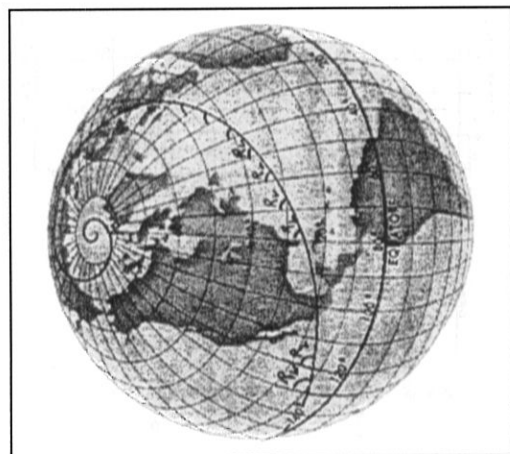



FIGURA 4

1°.6. E nasce così la secanza a ± 1°.6 di latitudine di Polo K (vedi fig. 2), rispetto al meridiano centrale del Fuso, che nel caso Gaussiano funge da Equatore di Poli K e K'.

Sia la GAUSS BOAGA (U.T.M.), sia la MERCATOR-SECANTE, sono chiaramente entrambe MERCATORIANE e quindi **Rettificano le Lossodromie.**

Precisiamo: «un mobile, nave o aereo, descrive una Lossodromia, ovvero segue un percorso di tipo lossodromico rispetto al Polo Nord, quando si sposta mantenendo rotta costante (o Azimut costante) anche se a rigore, il mobile si muove mediamente sul GEODE e non sull'ELLISSOIDE.

In fig. 4 e fig. 5 vediamo la Lossodromia sulla proiezione stereografica (isogona o conforme come le carte mercatoriane)* e sulla sfera (analogamente sull'Ellissoide di rotazione di Hayford).

In fig. 6 e fig. 7 vediamo la Lossodromia AB di Polo K sull'Ellissoide e la sua trasformata A' B' (segmento di retta) sulla Carta di Gauss (analogamente sul GRID di Gauss Boaga).

In fig. 6 si osservano i meridiani di Poli K e K', essi sono Ellissi di eccentricità *e variabile,* la minima e = o (circonferenza equatoriale) la massima e = 0.08199189 (Ellisse Meridiana passante per i Poli P_n e P_s).

Sulla Mercatore Diritta i meridiani di

FIGURA 5

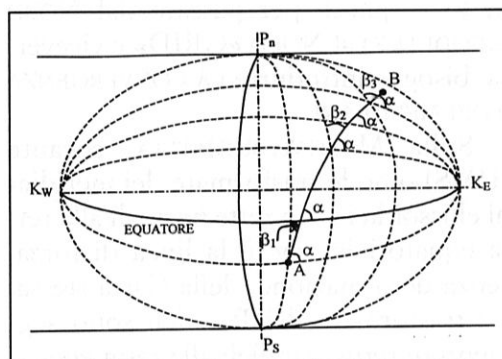
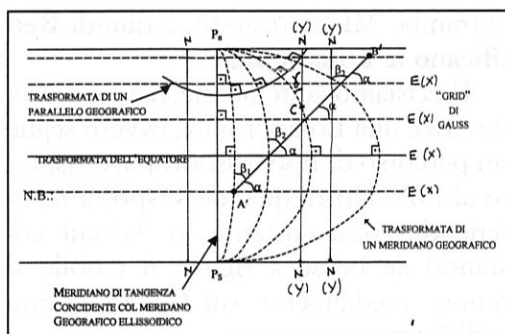



FIGURA 6

FIGURA 7 - *Carta di Gauss.*

Poli P_n e P_s hanno tutti la stessa eccentricità massima, che è quella dell'Ellissoide di Hayford.

In fig. 7 è rappresentato il reticolato geografico o geodetico della Carta di Gauss, dove le trasformate dei paralleli e dei meridiani sono curve di tipo iperbolico e di tipo parabolico.

Ne consegue che nel punto *C* (per es.) di fig. 7, la trasformata del meridiano passante per *C*, fornisce la direzione del NORD GEODETICO in *C* mentre l'ordinata N (Y) indica in *C* la direzione del NORD «GRID»; pertanto un teodolite in *C* che supponiamo sull'Ellissoide ha come origine degli Azimut Geodetici la direzione della trasformata del meridiano in *C*; e quindi per passare dal NORD GEODETICO al NORD «GRID» e viceversa, bisogna introdurre LA CONVERGENZA γ DEI MERIDIANI.

Sulla MERCATOR-DIRITTA, secante (UMS) o no le trasformate dei meridiani ellissoidici sono rette normali alla retta equatoriale, che è la linea di forza, senza deformazione, della Carta stessa. Le trasformate dei Paralleli sono segmenti di retta, paralleli alla retta «equatore», e quindi normali alle rette «meridiani».

Ne consegue che *la convergenza γ dei meridiani è zero, per cui «GRID» kilometrico e reticolato geografico della U.M.S. possono coincidere.*

Pertanto sulla nostra Tavoletta U.M.S. alla Scala 1:25000 (o su carte e mappe con altre Scale) *un punto si può leggere direttamente in coordinate chilometriche e in coordinate geografiche ellissoidiche o geodetiche (vedi fig. 8).*

Le **E** o **X** della U.M.S. sono contate in metri da Greenwich con **E** $\geqslant$ 0 metri, positive da 0° a 180° di longitudine Est e negative da 0° a 180° di longitudine Ovest.

Le ordinate **N** o **Y** sono contate in metri dall'Equatore, positive da 0° a 70° di Latitudine Nord e negative da 0° a 70° di latitudine Sud.

FIGURA 8

FIGURA 9

tore, più la fascia equatoriale (± 1°). Vedi fig. 9.

Ogni fascia (per es. (0° ± 1°), (2° ± 1°), ...) *viene considerata sfenca*, ossia coincidente con la sua Sfera Normale, Sfera osculatrice, tangente all'Ellissoide lungo tutto il parallelo (0°, 2°, 4° ...), Sfera Normale con i rispettivi raggi N_0 = a = 6378388 metri (semiasse maggiore dell'Ellissoide di Hayford) $N_2 = a\,(1 - e^2\sin^2 2°)^{-\frac{1}{2}}$, $N_4 = a(1 - e^2\sin^2 4°)^{-\frac{1}{2}}$ (e = 0.00672267).

In fig. 10 vediamo la SFERA NORMALE di parallelo φ_0(AA') e raggio $N_0 = (1 - e^2\sin^2 \varphi_0)^{-\frac{1}{2}}$, con la fascia osculatrice $\Delta\varphi$ = 2°.

Per la realizzazione della nostra Tavoletta U.M.S., la *superficie ellissoidica*, compresa fra le latitudini $\varphi = -70°$ (sud) e $\varphi = +70°$ (nord) per un $\Delta\varphi = 140°$, viene divisa in fasce; ogni fascia ha un $\Delta\varphi$ = 2°, per cui si avranno 35 fasce a Nord dell'equatore e 35 fasce a Sud dell'equa-

FIGURA 10

– Sfera Normale di A. Vassallo

Proprietà della fascia sferica osculatrice

Entro la fascia osculatrice o fascia di aderenza geodetica (vedi fig. 10) qualunque linea, *geodetica*, *sezione normale*, *lossodromia*, sull'ellissoide, coincide a meno di qualche millimetro con la contermine sulla Sfera Normale di quella fascia. Entro queste zone sferiche della sfera normale, ogni punto può essere dato in coordinate geodetiche (o geografiche ellissoidiche) e in coordinate sferiche della Sfera Normale osculatrice.

Le relazioni di corrispondenza, in questo caso, sono le seguenti:

– è nota φ_0, la latitudine del parallelo di tangenza della sfera normale con raggio $N_0 = a(1 - e^2\sin^2\varphi_0)^{-\frac{1}{2}}$;

– dato il punto geodetico (φ_A, λ_A) si ha il punto sferico corrispondente (A_S) come segue

$$\zeta = \tan^{-1} (\tan \varphi_A (1 - e^2))$$

$$A_S \equiv \left[\begin{array}{l} \phi_A \; \zeta + \sin^{-1} (\cos \zeta \cdot e^2 \cdot \sin \zeta_0) \\ \lambda_A \equiv \lambda_A \end{array} \right. \quad (1)$$

– viceversa abbiamo il punto geodetico (A_G)

$$A_S \equiv \left[\begin{array}{l} \varphi_A = \tan^{-1} \left(\dfrac{\sin \phi_A - e^2 \sin \varphi_0}{\cos \phi_A - (1 - e^2)} \right) \\ \lambda_A \equiv \lambda_A \end{array} \right. \quad (2)$$

Utilizzando queste relazioni, tutti i problemi che si presentano sulla superficie ellissoidica della fascia si risolvono in maniera sferica, con scarti dell'ordine del millimetro entro il campo feodetico.

N.B. *Su percorsi di circa Km. 40. la differenza fra percorso lossodromico e la Eeodetica con termine è circa cm. 3.5.*

La tavoletta topografica con «GRID» U.M.S.

All'interno di una fascia osculatrice ($\Delta\varphi = 2°$), fascia sferica della sfera normale che la determina, si procede alla costruzione della Tavoletta che è caratterizzata dalla *latitudine* φ_0 di *tangenza* della fascia e dalla latitudine di secanza φ_* (entro la fascia), *parallelo medio* della tavoletta stessa.

La secanza, quindi, avviene sulla sfera di raggio $N_0 = a\,(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{-\frac{1}{2}}$, e questo ci consente di utilizzare l'algoritmo della **latitudine crescente per la sfera**; e pertanto scriviamo

$$[\Psi] = [\log \tan (45° + \frac{\phi}{2})] \quad (3)$$

(tra parentesi quadre [...] l'elemento si intende in radianti)

In questo caso *la relazione inversa è finita*; se indichiamo con η il numero di Nepero (base dei logaritmi naturali) abbiamo

$$\phi = 2\,(\tan^{-1} (\eta^{[4]}) - 45°) \quad (4)$$

E con le (2)

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \phi - e^2 \sin \varphi_0}{\cos \phi - (1 - e^2)} \right)$$

Procedendo in U.M.S., con parallelo di secanza φ_*, scriviamo

$$[\Psi]_* = [\log \tan (45° + \frac{\phi}{2})] \cos \phi_* \quad (3)$$

dove $\phi_* = f(\varphi_*)$, vedi le (1).

Infine, sulla tavoletta in questione, l'ordinata **N** o **Y**, a partire dall'equatore è data in metri con N_0 in metri, dalla

$$\mathbf{N} = \mathbf{Y} = [\Psi]_* \cdot N_0 \quad (6)$$

Mentre l'ascissa **E** o **X** è data da

$$\mathbf{E} = \mathbf{X}\,[\lambda] \cos \phi_* \cdot N_0 \quad (7)$$

(contatta da Greenwich (+) Est (-) Ovest)

*Riepiloghiamo dicendo che la tavoletta **T** nasce dentro la sua fascia, indicata come alla fig. 10.*

Abbiamo già detto che la zona rappresentata dalla tavoletta topografica è di circa Km. 10 x Km. 10. Sulla U.M.S.,

sui percorsi a cavallo del parallelo di secanza, *non si ha deformazione*, che in tutti i casi è sempre inferiore all'errore di graficismo. Si dimostra facilmente che l'angolo alla corda comporta un errore massimo dell'ordine dell'errore di graficismo.

Possiamo concludere che: *sulla tavoletta topografica U.M.S. si può operare senza tener conto delle deformazioni così come sulla tavoletta U.T.M., con il vantaggio di avere* $\gamma = 0$.

La U.M.S. come piano operativo topografico e geodetico

Se si vuole utilizzare la U.M.S. come piano operativo topografico, allora sono necessari i moduli di deformazione lineare $\mathbf{M_L}$, e superficiale $\mathbf{M_S}$.

Per una distanza compresa fra

$\mathbf{Y}_1 = f(\phi_1)$ e $\mathbf{Y}_2 = f(\phi_2)$ si ha

$\mathbf{M_L} = (\mathbf{Y}_2 - \mathbf{Y}_1)$: $[\phi_2 - \phi_1] \cdot N_0$; lungo il parallelo di latitudine $\mathbf{M_L} = (\cos \phi_*) : (\cos \phi)$ con ϕ_* parallelo di secanza.

Per il modulo di deformazione superficiale possiamo scrivere

$\mathbf{M_S} = (\mathbf{M_L})$

I moduli sono defmiti come segue:

$\mathbf{M_L}$ = (distanza sul «GRID»): (Distanza sull'Ellissoide)
$\mathbf{M_S}$ = (Superficie sul «GRID»): (Superficie ^{2}sull'Ellissoide)

$(\mathbf{M_L} > 1$ per $|\varphi| > |\varphi_*|$; $\mathbf{M_L} < 1$ per $|\varphi| < |\varphi_*|)$

Per un ulteriore approfondimento degli argomenti trattati vedasi: A. VASSALLO - R. GARGIULO: *Il «GRID» kilometrico della Mercator - Secante e la sua tavoletta topografica a scala 1:25000 (con possibile realizzazione di mappe catastali a grande scala)*, I.I.M. Genova.

ATTUALITÀ E VALORE GEOGRAFICO AMBIENTALE DELLE CARTE MILITARI DELLA SICILIA DAL XVII AL XIX SECOLO (*)

Adele Caltabiano (**), Domenico Trischitta (**)
(**) Università di Messina, Dipartimento di Studi sulla Civiltà Moderna.

1. Premessa

La cartografia, scienza ormai autonoma rispetto alla geografia ma supporto indispensabile di tale disciplina in quanto visualizzazione, interpretazione di spazi e di rapporti fra le componenti fisiche e antropiche del territorio, sulle quali si basa il discorso geografico vero e proprio, si sviluppa parallelamente alla nascita dello stato moderno, tra Quattro e Cinquecento (la produzione di carte nautiche che accompagna nel XV secolo le prime esplorazioni continentali ne è una tangibile testimonianza), ma raggiunge livelli notevoli di precisione nella prima metà del Settecento. Rientrano in tale secolo le prime sistematiche rappresentazioni su carta del territorio, eseguite sulla base di complesse rilevazioni effettuate da professionisti con le conoscenze e con gli strumenti allora disponibili (tavoletta pretoriana). (Vassallo, www.asita.it/atti2001/pdf/302.pdf). Anche la Sicilia, nei secoli compresi fra XVII e XIX, vanta una produzione cartografica di inestimabile valore culturale perché manoscritta e quindi unica come esemplare e perché dovendo assolvere a scopi ben precisi quali quelli bellici, risponde a requisiti di funzionalità che hanno consentito la conoscenza delle strategie militari adottate in quei secoli. Le fonti cartografiche militari della Sicilia costituiscono per i geografi e la geografia un «bene culturale» di indubbio valore, proprio per la testimonianza che esse offrono del particolare momento storico nel contesto evolutivo di una specifica situazione (ambientale, territoriale, politica, sociale). Gli autori, nella prevalenza dei casi di origine non siciliana e professionalmente diversi per formazione culturale, hanno palesato una spiccata sensibilità verso i quadri

(*) I paragrafi 1 e 2 sono stati redatti da A. Caltabioano, il paragrafo 3 da D. Trischetta.

ambientali del paesaggio naturale isolano forse perché molto complessi e variegati e perciò necessari alla conoscenza per la messa a punto di piani di attacco e di combattimento che hanno contraddistinto quel particolare periodo storico. Il valore geografico ambientale di talune carte militari consiste proprio nel fatto di essere ancora attuali e di stimolare gli studiosi odierni e gli operatori territoriali, nel loro complesso compito di pianificazione e gestione del territorio, mediante l'ideazione e la messa a punto di piani operativi, inquadrati nell'ottica della politica dello sviluppo sostenibile. Naturalmente dal XVII al XIX secolo le tecniche di rilevazione e di rappresentazione del territorio si sono affinate soprattutto per opera dei topografi militari e già a metà degli anni Trenta dell'Ottocento un geniale ingegnere del Genio Civile piemontese intuì e propose l'applicazione delle rilevazioni geodetiche basate sulle tre coordinate cartesiane, anticipando così di circa un secolo e mezzo l'odierna cartografia computerizzata (Laureti, www.asita.it/atti2001/pdf/125.pdf).

Raffrontando le fonti cartografiche moderne con altre rappresentazioni più sofisticate del territorio (ad esempio per epoche più recenti l'aerofotogrammetria ed il telerilevamento da satellite) è possibile disporre di un utile strumento di conoscenza e di analisi delle trasformazioni del territorio e in particolar modo di trasformazioni intervenute anche per effetto di grandi eventi naturali, quali eruzioni vulcaniche, alluvioni e frane, ma anche per effetto dell'intervento umano, come nel caso di opere di ripristino o di infrastrutturazione. Le carte topografiche militari della Sicilia rivestono, inoltre, uno straordinario potere evocatorio. Ogni carta esprime la soggettività dell'autore che traduce la realtà in modelli interpretativi lasciando all'osservatore, la capacità dell'evocazione in base al bagaglio culturale e strumentale di cui dispone. La rappresentazione cartografica, come sostiene Lago (2001, p. 37), è dunque uno straordinario catalizzatore dell'immaginazione in quanto non sempre consente di pervenire ad una immagine oggettiva della realtà ma piuttosto interpretativa della stessa perché influenzata dal modo in cui committente ed autore si sono posti nei confronti dell'area geografica da rappresentare. Secondo la Dufour (1999, p. 86) la natura segreta delle carte militari ha condizionato in Sicilia il progresso della rappresentazione del territorio per l'impossibilità dello scambio di informazioni tra ambito scientifico e militare. Le carte dell'Isola, riconducibili ad una committenza d'interesse militare, fino all'intervento del Ventimiglia coadiuvato da Francesco Negro, presentavano errori e lacune riscontrabili nel disegno della linea generale della costa ed in particolare di quella del golfo di Catania e del tratto compreso fra Capo Gallo e Mazara (Dufour, 1999, p. 81). La Sicilia dovrà attendere la fine del Settecento per pervenire ad una rappresentazione cartografica più esatta del territorio anche se come evidenziato dal geografo Revelli (1909), fino all'Unità d'Italia l'unico riferimento valido della cartografia isolana resta la carta militare pur se copiata, aggiornata e più volte corretta.

2. Il valore geografico ambientale di talune carte militari della Sicilia.

Nell'esaminare la produzione cartografica della Sicilia negli ultimi tre secoli considerati, il campo d'indagine si restringe allo studio di sei carte in particolare che a mio avviso, danno grande risalto all'ambiente naturale e all'organizzazione territoriale isolana. In ordine cronologico si segnalano le seguenti: Jansson J. (1636-1638); Daidone A. (1718); Wieland W. (1720); Schmettau S. (1721 e 1748); Schmettau F. (1800).

La prima carta militare appartiene al secolo XVII che fu molto agitato per la Sicilia. L'Isola ebbe molto a soffrire non solo per carestie ed epidemie, e per le incursioni barbaresche che colpivano le sue coste, ma anche per catastrofici disastri naturali, come l'eruzione etnea del 1669, che distrusse 13 paesi e parte della stessa Catania e il catastrofico terremoto dell'11 gennaio 1693, che desolò la Sicilia orientale, provocando 60.000 morti (di cui 18.000 nella sola Catania); ed a ciò bisogna aggiungere le continue rivolte antispagnole, di cui la più grave fu quella voluta da Messina, che divenne di carattere internazionale per l'intervento francese, per cui dal 1675 al 1678 si verificò nell'Isola l'anomalia storica di avere contemporaneamente due viceré, uno spagnolo a Palermo ed uno francese a Messina (Correnti, 1998). La carta in questione concerne la prima metà del '600 e Jansson così come altri cartografi che lo hanno preceduto,come ad esempio il Gastaldi, da molto risalto al binomio idrografia-orografia come evidenziato da Trischitta (1999, p. 28), lasciando facilmente intuire all'osservatore che i solchi fluviali che sostituivano le strade, rappresentano le naturali vie di penetrazione verso l'interno dell'Isola da parte delle milizie. La colorazione verde che individua i rilievi da poi risalto alla copertura vegetale che a tutt'oggi, anche se diradata rispetto al passato, contraddistingue le catene orografiche più importanti Nebrodi, Madonie, Peloritani, zone pedemontane dell'Etna, monti Iblei. Ciò vuol dire che, nonostante gli errori riscontrati nel disegno del periplo dell'Isola, la carta di Jansson denota la sua attualità per la conoscenza fisica e naturalistica del paesaggio isolano. Inoltre, una considerazione che scaturisce spontanea, dall'osservazione degli elementi simbolici rappresentati in basso e in special modo a sinistra della carta, dove è ritratta forse Igea tra messi e fiori, (Gigante, Dufour, Polto, 1999, pp. 115-116), è quella di attribuire alla Sicilia un'immagine di terra ricca e fertile proprio per l'abbondanza di corsi d'acqua e di boschi. La stessa conferma si avrà, circa un secolo dopo, nella carta di Daidone che simbolicamente ritrae in basso a sinistra la stessa dea e ripone molta attenzione nell'individuare gli approdi dei caricatori di frumento lungo la fascia costiera sottintendendo il ruolo primario del grano nell'economia dell'Isola, denominata «granaio del Mediterraneo» da Greci, Romani, Bizantini e Arabi fino alla fine del 1800 (Buttitta-Cusumano, 1991, pp. 43-44).

A distanza di tre secoli e precisamente nell'ultimo ventennio della seconda metà del XX, proprio su alcune di que-

ste catene orografiche individuate da Jansson, la Regione Sicilia istituisce tre parchi regionali (Etna (D.P.R. n. 37 del marzo 1987); Madonie (D.A. n. 1.483 del novembre 1989); Nebrodi (D.A. n. 560 dell'agosto 1993); e 79 riserve naturali (Caltabiano, 1995, pp. 169-181; 1999, p. 67) di cui alcune in zone umide. Da un recente rapporto del WWF, pubblicato su *Il Sole 24 Ore* dell'agosto 2001, la superficie espressa in Kmq. delle aree protette siciliane è raddoppiata nel volgere di un decennio passando dal 10,57% del '91 al 20,93% nel 2001 collocando la Sicilia al quinto posto della classifica regionale per patrimonio ambientale posto sotto tutela dopo Trentino Alto Adige (36,07%); Campania (35,79%); Abruzzo (33,14%); Lazio (22,01%).

In un certo qual senso, a mio avviso, Jansson, anche se lungi dalle sue intuizioni, è da considerarsi il precursore della corrente ecologista.

Con la carta di Daidone siamo agli inizi del '700 nel periodo sabaudo. Il dominio spagnolo terminò in Sicilia nel 1713 ma nel primo quarantennio del secolo l'Isola passò attraverso altre tre dominazioni, quella sabauda dal 1713 al 1720; quella austriaca dal 1720 al 1734; ed infine quella borbonica, che durò dal 1734 fino al 1860, anno in cui la storia di Sicilia confluì in quella generale del Regno d'Italia, cui la Sicilia aderì col plebiscito unitario del 21 ottobre 1860 (Correnti, 1985). La carta del conterraneo Agatino Daidone del 1718 si inserisce in un delicato momento storico della Sicilia perché tale data coincide con la riconquista, da parte della Spagna, della Sicilia non contenta del governo sabaudo. Ma poiché era in corso la guerra della Quadruplice alleanza (1718-1720), stipulata tra Francia, Inghilterra, Austria e Olanda proprio per fermare le mire espansionistiche della Spagna, essa, sconfitta per mare a Pachino dagli Inglesi, e per terra a Francavilla (ME) dagli Austriaci, col trattato dell'Aja fu costretta a cedere la Sicilia agli Austriaci e nel 1720 Carlo VI d'Asburgo, imperatore d'Austria, diventò anche re di Sicilia (Correnti, 1985).

Col Daidone la rappresentazione dell'aspetto naturalistico del paesaggio viene meno perché il particolare momento storico impone una maggiore attenzione alla fascia costiera per i possibili attacchi nemici. Per la prima volta, come rilevato dalla Polto (1999, pp. 61-62), sono delimitati i litorali delle singole città e distinti, dall'adozione di simboli diversi, in base ad un ordine gerarchico, i porti più importanti da quelli minori, i caricatori di frumento, la dislocazione delle strutture produttive costiere (saline e tonnare) e i fondaci, luoghi di sosta negli itinerari tra città distanti tra loro. Molta cura viene invece riposta nell'evidenziare l'assetto organizzativo dell'Isola sotto il profilo amministrativo, economico, sociale. In sostanza, la carta dell'architetto di Palermo Agatino Daidone anche se meno curata sotto l'aspetto idrografico-orografico fornisce, come sostiene Mazzeo (1999, p. 99), una molteplicità di informazioni relative alla umanizzazione del territorio isolano con rappresentazioni originali quali, per la prima volta, il tracciato della via della posta. Fonte storica di inestimabile va-

lore non soltanto perché segna un avanzamento della produzione scientifica cartografica del Settecento per l'uso dei meridiani «*presi dalle carte più moderne di M.de L'Isle*» in base agli aggiornamenti dell'Accademia delle Scienze di Parigi (Gigante, Dufour, Polto, 1999, p. 120), ma soprattutto perché offre molteplici spunti geografici di riflessione per interventi sul territorio con piani di riqualificazione ambientale relativi al ripascimento di alcuni tratti di costa più degradati che come evidenziato in «Agenda 2000» (Russo, 2001, p. 391), collocano in primo piano il litorale messinese tirrenico e ionico e successivamente con priorità decrescente i litorali siracusano, ragusano, agrigentino, trapanese, palermitano e catanese. In particolare, nel Messinese, grazie al finanziamento da parte dell'UE di circa 30.000.000 euro (pari a sessanta miliardi delle vecchie lire) entro febbraio 2003 dovrebbero essere appaltati gli interventi per il ripascimento e il restyling del tratto di costa che comprende i comuni di Sant'Agata di Militello, Capo d'Orlando, Brolo, Piraino e Gioiosa Marea per la riqualificazione e il recupero di tutta l'area a fini turistici. Inoltre, l'Assessorato provinciale al Territorio di Messina ha predisposto dei bandi con un impegno di spesa di circa 1.000.000 di euro per il risanamento provinciale dei torrenti, oltre a dotarsi di un parco progetti di rinaturalizzazione degli stessi, come progetti sponda delle varie unità fisiografiche, con particolare riferimento al recupero idrogeologico. Sono stati costituiti gli ATO (Ambiti Territoriali Ottimali) per le risorse idriche, in base a quanto richiesto dalla normativa vigente per accedere ai fondi europei 2003-2006, con la stipula di una convenzione tra i comuni e la provincia per la soluzione definitiva della gestione integrata delle acque con la conclusiva approvazione, da parte dei sindaci delle rispettive unità amministrative, del Piano d'Ambito delle Acque.

La realizzazione di un sistema integrato di cartografia e monitoraggio territoriale attraverso l'utilizzo di tecniche innovative di telerilevamento, a supporto delle azioni di pianificazione da approntare, raffrontate a quelle ricavate dalle levate di campo, non sarebbe da sottovalutare per la redazione di piani relativi alla localizzazione di porticcioli turistici soprattutto lungo il versante ionico del Messinese che ne è sprovvisto.

A distanza di soli due anni dal Daidone un'altra carta manoscritta ad opera dell'ingegnere militare Wieland, ufficiale dell'esercito di Vienna, viene ad arricchire la produzione di carte storiche della Sicilia rivelandosi più precisa della precedente per la dovizia di particolari concernenti le rilevazioni della morfologia interna e della costa perché basata su misurazioni eseguite direttamente sulle aree indagate grazie anche alla collaborazione di una squadra di abili ingegneri. Risalta, sotto l'aspetto orografico, soprattutto l'Etna con i suoi coni avventizi (Trischitta, 1999, p. 31), Etna che allo stato attuale il Wieland avrebbe dovuto ridisegnare per le modificazioni subite a causa delle recenti eruzioni a cavallo fra l'anno 2002 e 2003 che hanno aperto lungo i versanti del cratere nuove bocche eruttive. Molta at-

tenzione è riposta alle macchie boschive, luoghi ideali per tendere agguati all'avversario. La carta, volutamente curata perché indispensabile alla conoscenza meticolosa del territorio isolano durante lo svolgimento della guerra della Quadruplice Alleanza, non solo è ricca di particolari sotto il profilo naturalistico ma anche sotto l'aspetto dell'organizzazione antropica come scaturisce dalla lettura dei cartigli, in particolare da quello esplicativo posto in basso a destra dove sono indicati fortezze, castelli, città murate, chiese, monasteri, porti e ruderi, tutte emergenze che rivestono estrema importanza durante le operazioni belliche. Condividendo quanto asserito dalla Ioli Gigante (1999, p. 19), dalla rappresentazione cartografica traspare un intento celebrativo nei confronti della potenza austriaca attestabile dalla segnalazione degli spostamenti dell'esercito imperiale da Trapani a Palermo e dagli schieramenti di truppe nella Valle dell'Alcantara in occasione della battaglia di Francavilla che sancì il dominio dell'Austria in Sicilia.

La carta dello Wieland proprio perché riserva molto cura all'apparato orografico e vegetazionale dell'Isola, nonostante alcuni errori di rilevazione riscontrati dal Trischitta (1999, p. 31) per il versante montuoso occidentale che a suo giudizio appare sottodimensionato come livello altimetrico rispetto alla parte orientale che invece è ben rappresentata, porta a delle riflessioni sulla montagna siciliana e alla sua possibile valorizzazione. Per un auspicabile decollo delle aree svantaggiate della Sicilia necessita attribuire un significato nuovo alla montagna volto a considerarla non un'area marginale, chiusa, isolata e interna rispetto alle aree costiere ma, secondo la concezione più recente condivisa dai geografi, come «regione aperta» quindi organismo pulsante capace di intessere relazioni con il suo intorno e con l'esterno attraverso un rapporto inscindibile con il mare dato che molti comuni montani della Sicilia possiedono tratti di territorio lambiti dal mare. Soprattutto oggi che si è raggiunta la soglia massima di sostenibilità nelle aree costiere, con picchi di insostenibilità durante i mesi estivi, rivalutare la montagna con la messa a punto di piani operativi volti al riequilibrio territoriale mediante la rivitalizzazione di queste aree demograficamente depauperate, è senza dubbio un gravoso e complesso compito che gli amministratori locali, coadiuvati da persone esperte e fra questi i geografi, sono chiamati ad assolvere nel più breve tempo possibile. Nell'era ecologista si è propensi a credere che l'istituzione di parchi e riserve naturali sia sufficiente per recuperare le aree interne e valorizzare la montagna. In verità in Sicilia, come precedentemente esposto, l'aumentata percentuale di superficie protetta non ha portato ad un equilibrio fra aree interne ed aree costiere o fra pianura e montagna né è valsa ad implementare il settore occupazionale, sicché sul piano operativo si devono ricercare altre soluzioni. Approfondendo il concetto di regione, con riferimento alla montagna siciliana, trovo abbastanza razionale l'individuazione da parte del Trischitta (1994, pp. 55-71) di tre aree di regionalizzazione estese la prima, alla

catena costiera settentrionale (Peloritani, Nebrodi, Madonie), la seconda, al complesso etneo che ben si integra alla sezione orientale del sistema montuoso imperniato sui Peloritani e sui Nebrodi e la terza, alla regione iblea. L'individuazione di queste regioni montane avrebbe scarso significato se considerate a se stanti e non inserite in un sistema integrato di valorizzazione di beni ambientali e culturali in esse posseduti dal momento che il volano per tali aree è rappresentato dal movimento turistico, che richiama visitatori, in numero più elevato, se diversificata e copiosa è l'offerta di beni da vedere e visitare (Trischitta, 1994, p. 65). Il problema non si pone per le prime due regioni montane individuate che possiedono entrambe le due tipologie di beni, ma la regione iblea anche se omogenea sotto il profilo morfologico, é carente di beni ambientali e culturali e per costituirsi polo d'attrazione turistica deve necessariamente integrarsi con la sua costa e con le città d'arte barocca di Siracusa e Noto. Solo una rigenerazione di forze giovanili potrebbe restituire vigore alla montagna proprio quelle braccia che oggi rifiutano l'inserimento in attività lavorative del settore primario ma che sicuramente non disdegnerebbero impieghi in attività terziarie richieste da nuove figure professionali assorbite in ambito ambientale e culturale e da altre ancora richiamate da attività complementari al settore turistico, una volta che tale comparto si sarà bene affermato e irrobustito. Approfondire questa tematica, mediante la messa a punto di piani operativi, non risulterà ininfluente per il recupero e la valorizzazione della montagna.

Di grande valore geografico oltre che militare la carta del Barone Samuel von Schmettau (1721) segna una svolta epocale nella storia della cartografia isolana perché sarà punto di riferimento costante per tutta la produzione successiva fino al 1.800. L'ingegnere Schmettau, nell'interesse del nuovo dominio austriaco ed essendo a suo servizio, non soddisfatto della produzione cartografica precedente perché ritenuta non esatta, decide di procedere ad un rilevamento completo della Sicilia con metodi scientifici «più moderni» coadiuvato da una squadra di ingegneri esperti nelle rilevazioni sul campo basate sul metodo della triangolazione (Ioli Gigante, 1999 p. 20). L'elaborazione della carta si suppone abbia avuto inizio nel maggio del 1719, quando l'armata austriaca sbarcò sulla marina di Patti (ME) per affrontare gli eserciti spagnolo e piemontese ed, inizialmente, le ricognizioni topografiche dell'Isola furono dettate unicamente dalla necessità di disporre di carte affidabili negli assedi, come risultò evidente già nel luglio del 1719 durante l'attacco alla cittadella di Messina. Le rilevazioni furono ultimate sull'Isola nel dicembre del 1720 ma l'opera di assemblaggio e di disegno della carta fu realizzata a Vienna nel corso del 1721 dal sottotenente ed ingegnere Blasco per incarico dello stesso Schmettau. Il Blasco produsse due copie manoscritte una per l'imperatore ed un'altra per il consiglio di guerra. La prima, orientata con il nord-est verso l'alto, è suddivisa in 28 fogli ed è attualmente conservata nella Kartensammlung della

Osterreichische Nationalbibliothek (a.B. 141) e copre una superficie di m. 2,85 x 3,58 mentre la seconda, con il nord in basso, si compone di 30 fogli e fa parte della raccolta cartografica del Kriegsarchiv di Vienna. La scala adottata per entrambe le carte è di 1:80000, se si computa attraverso la misura in tese francesi e di 1:100000 se si considera il valore dell'arco di meridiano. Ma, dalla misurazione di alcune distanze prese sulla carta, la scala effettiva sembra essere quella di 1:80000 (Valerio, 2001, pp. 113-127). Quella del 1722, che è una copia redatta sotto forma di lucido dallo stesso Schmettau sulla base della grande carta del 1721, pone in evidenza la divisione amministrativa del territorio in tre valli, divisione che risale all'occupazione araba e precisamente «Val di Mazara» per la parte centro-occidentale dell'Isola; e per la parte orientale in «Val Demone» quella settentrionale e «Val di Noto» quella meridionale.

La carta del 1721, disegnata a Vienna, ritornerà in Sicilia solo attraverso alcune elaborazioni a stampa: la prima in un sol foglio ed in scala 1: 680000 ca, pubblicata a Norimberga nel 1747 dagli eredi dell'editore Homann, ed un'altra, in quattro fogli ed in scala 1.260000, pubblicata nel 1748 (Valerio, 2001, p. 122).

La carta dello Schmettau, che ha dato l'avvio alla produzione successiva, è un felice connubio tra paesaggio naturale ed elementi del territorio umanizzato tanto da costituire nel panorama isolano un unicum di precisione militare e di conoscenza territoriale. Molte sono le informazioni in essa contenute sotto l'aspetto geografico, antropico, organizzativo, economico, viario. Numerosi i toponimi sugli insediamenti (la Dufour ne ha contati oltre 2000), per i quali il barone Schmettau utilizzò testi letterari da lui stesso ricordati nella sua corrispondenza con il principe Eugenio: tra questi Tommaso Fazello, autore del *De rebus Siculis* (1558), ed il Padre Massa autore de *La Sicilia in Prospettiva,* pubblicato nel 1709 la cui descrizione del litorale siciliano fu scrupolosamente seguita, nella redazione della carta, dalla Schmettau (Valerio, 2001, p. 118). La produzione culturale dello Schmettau, riconosciuta come la più avanzata scientificamente e la più completa sotto il profilo geografico, colma alcune inadempienze riscontrate nella cartografia precedente come ad esempio quella dello Wieland nella individuazione e rappresentazione delle pianure coltivate che invece contraddistingue la carta dello Schmettau anche se le colture agrarie sono solo accennate in alcune aree del Messinese e del Palermitano per ovvi motivi: il rilevamento completo di tutte le aree agricole della Sicilia avrebbe comportato tempi molto più lunghi dei due anni richiesti di attività sul terreno e lo scopo primario della carta non era certo quello di dare risalto alle coltivazioni. Ed inoltre le vallate delle fiumare appaiono ben delineate così come le foci dei fiumi o dei piccoli corsi d'acqua (si veda in particolare la costa ionica tra Messina e Catania) e rese ancora più evidenti nella carta pubblicata nel 1800 dal figlio di Schmettau dove risalta la demarcazione del corso del Simeto quasi a simboleggiare il confine politico-amministrativo tra Val Demone e

Val di Noto. Le altre innovazioni di quest'ultima carta riguardano l'uso del contrasto dei colori, utilizzato per differenziare le zone pianeggianti da quelle montuose, l'ombreggiatura, per risaltare le acclività dei versanti, le indicazioni, per segnalare le fortificazioni dislocate verso l'interno dell'Isola (Trischitta, 1999. p. 31). Molte sono le sollecitazioni intellettuali che scaturiscono dall'osservazione delle carte elaborate da Schmettau padre e figlio e fra queste, intervenire con piani di bacino finalizzati al riequilibrio idrogeologico del territorio isolano. Si tratta di strumenti basilari per lo svolgimento di tutte le attività inerenti alla difesa del suolo nell'ambito dei bacini stessi. L'art. 17 della legge n. 183/1989 (Vinci, 1995, p. 47) attribuisce al piano di bacino il valore di piano territoriale di settore ed è elaborato in base alle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio preso in esame i cui confini sono segnati da limiti idrografici e non amministrativi. Esso costituisce il supporto conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla difesa del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque. È articolato in due fasi distinte: la prima a carattere conoscitivo, la seconda a carattere operativo attraverso la programmazione e pianificazione degli interventi e la loro esecuzione. In Sicilia siamo ancora fermi alla prima fase perché nel piano straordinario di bacino elaborato dalla Regione nel 2000, sono state individuate le aree a maggior rischio che nell'ordine di priorità d'intervento ricadono nei territori provinciali di Agrigento, Caltanissetta, Palermo, Messina e Catania ma non si è ancora provveduto alla stesura definitiva dei singoli piani e alla loro integrazione, indispensabile per pervenire alla realizzazione di un Sistema Informativo Unico e ad una rete nazionale integrata di rilevamento e sorveglianza. (Russo, 2001, p. 171). Allo stato attuale, con l'avvento di tecnologie sempre più all'avanguardia nel campo del monitoraggio, tra gli strumenti tecnici da adottare nella fase conoscitiva, agli elaborati cartografici di base, tematici e derivati si aggiungono le immagini telerilevate da aereo e da satellite che insieme definiscono la struttura base di un Sistema Informativo Geografico (GIS). Uno sguardo alla cartografia storica della Sicilia per raffrontarla a quella telerilevata potrebbe tornare utile, agli addetti ai lavori, nella redazione di piani di bacino.

Un'ultima considerazione sulle carte Schmettau è quella che esse possiedono, a mio modesto parere, l'attualità delle carte operative. Cosa sia una carta operativa lo delinea chiaramente il Bernardi (2001, p. 46). Egli parte dall'analizzare le carte tematiche che sono carte di sintesi di settore e in quanto tali non forniscono una sintesi completa sulle realtà dei territori indagati lasciando ampi margini di errore nella previsionalità e nell'operatività. La carta di sintesi sopperisce a queste lacune perché nasce dal raffronto ponderato di più carte tematiche o di settore che serviranno a formare un'unica carta complessiva o operativa di grande utilità per coloro che sono preposti alla gestione del territorio e sono chiamati a compiere scelte ubicazionali o di destinazione d'uso di singole plaghe. Mi pare

che un lavoro similare abbia compiuto lo Schmettau attraverso il rilevamento di singole porzioni di territorio che alla fine hanno permesso la costruzione di una carta di sintesi e quindi di una carta operativa preziosa a quei tempi ma di grande attualità sotto il profilo metodologico ancor'oggi perché se è vero che le tecniche di rilevamento si sono affinate dal '600 al 2000 è pur vero che la metodologia d'indagine è rimasta invariata. Non sono infine d'accordo nell'attribuire a tutta la cartografia siciliana dal XVII al XIX secolo due anime distinte, geografica e militare come sostenuto dalla Dufour (1999, p. 86) perché, dall'esame delle carte militari considerate, è emerso che gli aspetti geografici sono abbastanza evidenziati anche se gli artefici di tale produzione storica sono stati certamente più militari che geografi ma, senza dubbio, dotati di grande sensibilità geografica. Infine, il mio pensiero coincide con quello di Adamo (2001, p. 51), che sostiene che se è vero che si può fare geografia anche senza cartografia è altrettanto vero che non si può fare cartografia senza geografia.

3. Cartografia e «cartografie»: l'opportunità dei distinguo per il sapere e l'operare scientifico.

Credo che per prima cosa bisogna intendersi sul valore intrinseco e sulla spendibilità scientifica al presente della cartografia storica a fini geografici, attribuendo a quest'ultimo aggettivo i significati più propri che la disciplina porta con sé. Le carte militari, in ogni tempo, sono state quelle più fedeli alla realtà dello spazio geografico in varia misura umanizzato e organizzato, oltre ad essere le rappresentazioni cartografiche che, meno di tutte, lasciavano pochissima libertà alle sensazioni e alle tentazioni estetiche dell'autore (spesso suggerite dal cartiglio), proprio perché dovevano soddisfare requisiti concreti, pratici, e perciò dovevano essere perfette per i siti dei luoghi, fisici ed umani, e soprattutto per la mobilità delle persone in armi.

La Sicilia a causa delle sue peculiarità geomorfologiche e insulari, è senza dubbio meglio disegnata in queste carte dei secoli moderni dai topografi militari i quali, anche perché molti di essi non erano siciliani, mettevano maggior cura nel rilevamento e nella rappresentazione materiale di quanto potessero impiegarne altri cartografi, che non lavoravano né con la professionalità e né con i mezzi dei militari e neanche per scopi del tutto scientifici; anzi, in molti casi, per gratificazione culturale oppure per fini microdivulgativi, data la modestia quantitativa dei potenziali intenditori. Basta confrontare la carta di Daidone con quelle immediatamente antecedenti e successive per vederne le differenze.

Perciò sostenere che oggi la cartografia possa fare a meno di queste carte nello studio e nella ricerca sulla ricostruzione del paesaggio siciliano dei secoli in discorso (e, aggiungerei, dei secoli successivi), significa fare una scelta di campo e di metodo, che è secondaria nella qualità e, conseguentemente, nei risultati ottenibili e che è palesemente in contrasto anche con la più recente tradizione di studi cartografici sul Meridione in-

centrati su carte, in parte militari in parte scientifiche, a cui si devono i migliori risultati nel filone degli studi di cartografia e geografia storica (Manzi, 2001).

Non mi pare, quindi, che sia possibile condividere l'opinione di chi ritiene la cartografia militare secondaria rispetto ad altri prodotti cartografici, sulla base dei quali potrebbero ottenersi risultati altrettanto pregevoli per la conoscenza del paesaggio dell'Isola e per indagini di valore territoriale.

Certamente i prodotti della cartografia «minore» non sono spendibili in operazioni che sono insieme di geografia storica e di geografia per la pianificazione, per la scarsa caratterizzazione scientifica che li rende poco idonei per tali scopi; tutt'al più possono interessare qualche studioso che desidera esercitarsi su questi prodotti, definibili succedanei della cartografia scientifica (ma ve ne sono anche del tutto autonomi), senza però pretenderne di farne uso esclusivo per interpretazioni autentiche di paesaggi vecchi, nuovi e futuri. Bisogna altresì considerare che la spendibilità della cartografia storica, quale che essa sia, si accresce quando, ai fini della ricostruzione e della riscoperta del paesaggio trascorso, viene accompagnata e sostenuta dalla documentazione storica, archivistica, letteraria, dalla quale provengono suggerimenti e aperture, talora determinanti per l'interpretazione autentica del paesaggio.

D'altra parte L. Dufour (1999) lamentava la scarsa interazione tra la cartografia ufficiale e l'altra cartografia sulla Sicilia in quei secoli e tale scollamento dovrebbe indurre cautela in chi intende affidarsi soltanto a tali prodotti. La Dufour voleva dire implicitamente che non c'è possibilità di confronto tra questi esemplari, essendo concepiti su piani culturali e tecnici e in ambiti decisionali del tutto diversi. Il pericolo maggiore è che si sopravvalutino e che lo studioso si lasci trascinare dall'entusiasmo che spesso le cartografie del passato suscitano.

Ma, oggi che c'è la cultura del «come eravamo», ancora solo in parte funzionale al «come meglio dovremmo essere», la cartografia storica, per servire a quest'ultimo bisogno etico-culturale, deve farsi carico di aprirsi la strada nel dibattito culturale e scientifico rivolto al recupero del «bello e dell'autentico», intendendo così tutto ciò che tale è, o potrebbe essere, mediante una complessa operazione di recupero e valorizzazione che passa tra irti ostacoli di ricerca scientifica e tra altrettanto difficili itinerari di confronto e consultazione interdisciplinare non sempre accettati da tutti.

Questa cartografia ufficiale, come è stato già detto, è un bene culturale, ma perché ne cresca la fungibilità, è necessario che sia considerata ben di più oltre il valore di reperto e divenire, insieme ad altri, strumento di conoscenza e soprattutto di utilizzazione scientifica a fini operativi, in ambito pianificatorio in progetti di contenuto territoriale. Il che non vuol dire che ad essa vada attribuito un valore dogmatico, non fosse altro perché la cartografia della Sicilia non si è fermata lì; anzi sarebbe necessario fare delle incursioni sulla produzione successiva del secolo XIX e su quella I.G.M. del primo Novecento, limitatamente al comparto dei prodotti cartografici preceden-

ti le tecniche dell'aerofotogrammetria e del telerilevamento. E sarebbe comunque un percorso incompleto. Anche se pianificare il territorio oggi, per far riemergere sotterranee condizioni geografiche naturali ed umane - speculari al nostro modo di essere nei tempi trascorsi - non può prescindere dalla cartografia e, nelle carte dell'Ottocento vi sono ancora forti indizi documentali di modi di essere concreti e intellettuali della società che, in molti casi, sono ancora rintracciabili, ma che, purtroppo, non lo saranno ancora per molti decenni. Ciò che mi sembra importante è perciò andare oltre l'illustrazione tecnica della carta, per farne il punto di partenza di un itinerario di ricerca che porti a conclusioni spendibili sul presente e confrontarle con quelle raggiunte da altri studiosi del territorio. Così si esce da una visione «museale» della cartografia storica e si contribuisce concretamente a fornire informazioni e dati impiegabili negli studi di pianificazione e di progettazione ambientale e storico culturale. Richiamo soltanto l'operazione politico-territoriale in corso in Sicilia avente per oggetto gli A.T.O. (Ambiti Territoriali Ottimali) per l'utilizzazione delle risorse idriche e la loro distribuzione nel territorio, per la quale non sono stati presi in considerazione studi geografici e cartografici, probabilmente per la modesta attenzione che la geografia ha sempre destato nel mondo politico verso i propri studi.

La stessa osservazione si può fare per i progetti pubblici di valorizzazione dei beni culturali-territoriali, anche se di recente sono stati condotti da geografi studi finalizzati a proiezioni ed intenti di sviluppo dei luoghi geografico-culturali della Sicilia (Ruggiero V. - Scrofani L., 2001). Studi pregevoli, sia di geografi siciliani che di altre regioni; quello che forse è mancato è stata la volontà di cercare confronti e riscontri con le indagini di altri studiosi del territorio e delle scienze sociali e, soprattutto, una prospettiva sistematica ed un coordinamento operativo. I risultati ottenuti, apprezzabilissimi, potrebbero ancora essere utilizzati, qualora si alzasse il livello di organizzazione delle ricerche e si trovasse un'intesa operativa con gli Organi regionali che hanno competenze in materia.

È un danno per la geografia che gli studi di cartografia storica, svolti su prodotti di pregio, restino soltanto patrimonio dell'accademia universitaria, quando altre ricerche non geografiche, seppure valide, abbiano maggior considerazione e fortuna pratica. È altresì una beffa che la geografia sia usata strumentalmente ed incidentalmente come fonte di notizie e informazioni e non considerata come prodotto scientifico finito. E questo triste destino – ironia del caso – compete proprio alla geografia che, come scienza di sintesi dovrebbe essere rappresentativa di altre discipline e non essere surrogata, come purtroppo accade.

Bibliografia

ADAMO F., *Paradigmi e linguaggi geografici,* in SCANU G. (a cura di), *Cultura Cartografica e Culture del Territorio,* Atti del Convegno Nazionale (Sassari 12-13 dicembre 2000), Genova, Brigati, 2001, pp. 51-66.

BERNARDI R, *Strumenti per l'organizzazione territoriale: la cartografia tematica e quella operativa,* in SCANU G. (a cura di), *Cultura cartografica e Culture del Territorio,* Atti del Convegno Nazionale (Sassari 12-13 dicembre 2000), Genova, Brigati, 2001, pp. 45-49.

BUTTITTA A., CUSUMANO A., *Pane e festa-Tradizioni di Sicilia,* Palermo, Guida Editore, 1991.

CALTABIANO A., *La pianificazione delle aree protette: le riserve naturali nella provincia di Messina,* in BRANDIS P. e SCANU G. (a cura di), *I parchi e le aree protette,* Atti del Quarto Convegno Internazionale di Studi «La Sardegna nel mondo mediterraneo». Pianificazione territoriale e ambientale (Sassari Alghero, 15-17 aprile 1993), Bologna, Patron Editore, 1995, pp. 169-181.

CALTABIANO A., *Gli incendi boschivi in Italia nel quadro euromediterraneo,* in Biblioteca di «MAGISTERIVM», Rivista di varia cultura, Quaderno 5, Università degli Studi di Messina, Facoltà di Scienze della Formazione, Roma, Herder Editore, 1999.

CORRENTI S., *LA Sicilia del Settecento. Il tramonto dell'isola felice,* Catania, 1985.

CORRENTI S., *La Sicilia del Seicento. Società e cultura,* Milano, 1988.

DUFOUR L., *Dalle piazzeforti al territorio; gli ingegneri militari e la cartografia in Sicilia tra '500 e '700,* in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital.», vol. LVIII, Roma, 1999, pp., 69-87.

IOLI-GIGANTE A., *La cartografia militare nel processo di conoscenza del territorio siciliano,* in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital.», vol. LVIII, Roma, 1999, pp. 13-24.

IOLI-GIGANTE A., DUFOUR L., POLTO C. (a cura di), in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital.», *Elementi per un catalogo delle carte geografiche,* vol. LVIII, Roma, 1999, pp. 105-136.

LAGO L., *Cartografia e conoscenza,* in SCANU G. (a cura di), *Cultura cartografica e culture del territorio,* Atti del Convegno Nazionale (Sassari 12-13 dicembre 2000), Genova, Brigati, 2001, pp. 35-38.

LAURETI L., *Le fonti cartografiche storiche: strumento di conoscenza e ricerca,* pdf.

MANZI E., *La cartografia storica,* in RUOCCO D. (a cura di), *Cento anni di geografia in Italia,* Novara, De Agostani, 2001, pp. 135-142.

MAZZEO P., *Per una lettura della carta della Sicilia di Agatino Daidone,* in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital., vol. LVIII, Roma, 1999, pp. 89-100.

POLTO C., *Porti e approdi nella cartografia militare della Sicilia tra XVI e XVlll secolo,* in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital.», vol. LVIII, Roma, 1999, pp. 51-67.

REVELLI P., *Intorno alla carta della Sicilia di Samuele von Schmettau,* in Riv. Geogr. Ital., XVI, (1909), fasc. I-II.

RUGGIERO V., SCROFANI L. (a cura di), *Centri storici minori e risorse culturali per lo sviluppo sostenibile del Mezzogiorno,* Catania, C.U.E.C.M., 2001.

RUSSO A. (a cura di), *Da «Agenda 2000» al POR Sicilia: contenuti e normativa,* Università degli Studi di Messina, Ricerche del CUST, Messina, 2001.

TRISCHITTA D., *La montagna in Sicilia: unità territoriale possibile nell'ottica del recupero e della valorizzazione mediante i beni culturali e ambientali,* in Archivio Storico Messinese, 66, Messina, 1994, pp. 55-71.

TRISCHITTA D., *Il paesaggio naturale nelle rilevazioni militari,* in «Effigies Siciliae», «Memorie della Soc. Geogr. Ital.», vol. LVIII, Roma, 1999, pp. 25-33.

VALERIO V., *Austriaci, Napoletani e Piemontesi. Tre momenti della cartografia Siciliana,* in «L'Universo», Anno LXXXI, n. 1, Firenze, Istituto Geografico Militare, 2001, pp. 113-127.

VASSALLO N., *La cartografia storica per la conoscenza del territorio e dei rischi naturali.*

VINCI L., *Piani e schemi per il rischio fiume,* in «Rivista Internazionale di Telerilevamento», *Sistema Terra,* Anno IV, n. 3, Bari, Editore Laterza, 1995, p. 47.